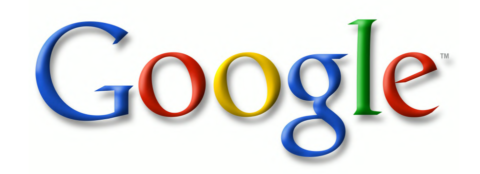
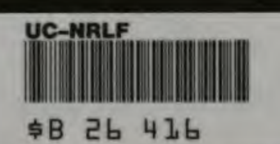



UC-NRLF
$B 26 416



Beiträge zur Nitrifikation

und

Nitratzersetzung im Neckarwasser

und die Bakterienflora des Neckars zu verschiedenen Jahreszeiten.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

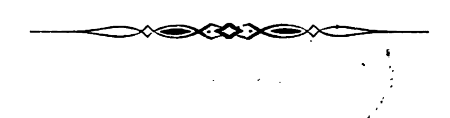
hohen medizinischen Fakultät

der

Ruprecht-Karls-Universität zu Heidelberg

vorgelegt von

Eugen Gredig.



Heidelberg.

Universitäts-Buchdruckerei von J. Hörning.

1906.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg.

Dekan: Prof. Dr. A. Kossel.

Referent: Geh. Hofrat Dr. Knauff.

1906.



Literaturangaben, betreffend die Ansichten der Autoren über die Wichtigkeit verschiedener Momente für die Selbstreinigung der Flüsse.

Nach Untersuchungen verschiedener Autoren (Miquel, Reinke, Pöhl) soll die Bewegung des Flusswassers einen nachteiligen Einfluss auf die Bakterien ausüben. Nach anderen (Horvath, Hoppe-Seyler, Tumas, Buchner) nimmt die Zahl gew. Bakterien bei Bewegung des Wassers zu. Manche, wie z. B. Emmerich, Buchner, Frank fanden beim Schütteln des Wassers eine ausgesprochene Abnahme der Virulenz der darin verteilten Keime. Eine andere Gruppe von Autoren findet wieder, dass der Einfluss der Bewegung des Wassers auf die Mikrobien überschätzt worden ist. So können z. B. nach der Ansicht von Schmidt (1) die letzteren dadurch weder vernichtet noch die Virulenten avirulent werden.

Nach letzterem Autor soll vielmehr der Druck der Wassermenge gewisse Organismen vernichten oder auch ihre Virulenz abschwächen können, wie es z. B. Chauveau für Milzbrandbazillen gezeigt hat.

Die Veränderungen des Wasserstandes, die Temperatur und Niederschläge sind nach Schlatter (2) für die Selbstreinigung von grosser Wichtigkeit.

Durch hohe Wasserstände, welche nicht durch kurz vorhergegangene Niederschläge oder Schneeschmelze bedingt sind, wird die Verdünnung begünstigt und tiefere Temperaturen der Keimentwickelung hinderlich sein. Bei höherer Temperatur dagegen, bei Regen und Schneefall und damit verbundenen Zufuhren von aus der Luft und dem Boden stammenden Bakterien bemerkt man ein Ansteigen der Keimzahl. Bei langsam fliessendem Strom geht die Selbstreinigung desselben gründlicher und schneller vor sich. Je schneller ein Strom fliesst, auf desto grössere Strecken können virulente Keime hinweggetragen werden. Auch die Zu-

sammensetzung der Abwässer und die relative Menge derselben zur Menge des Flusswassers ist von grosser Bedeutung.

Nach Buchner wird die Selbstreinigung durch die Insolation befördert. Je konzentrierter das Sonnenlicht, desto stärker bakterizid ist die Wirkung desselben. Besonders stark abtötend wirkt das Sonnenlicht auf die pathogenen Keime und dasselbe soll sich in dieser Richtung noch bis zu einer Tiefe von 2 Metern unter dem Wasserspiegel betätigen können. Buchner konnte zeigen, dass während des Tages ein Abfallen der Bakterienzahl (3) konstatiert werden kann, welche abends (Sonnenuntergang) und in den ersten Nachtstunden ein Minimum der Keimzahl aufweist, dass dann während der Nacht die letztere ansteigt und ihr Maximum mit Sonnenaufgang erreicht. Auch andere Autoren haben die bakterizide Kraft des Lichtes auf die meisten Bakterien hervorgehoben, so z. B. noch in letzter Zeit Rapp (4).

Die Verdünnung durch Zutritt reinen Wassers aus Quellen etc., die Sedimentierung bei langsam strömenden Flüssen, sowie die Oxydation durch das im Wasser immer vorhandene Ozon, soll nach Currier (10) die Hauptrolle spielen. Weniger wichtig soll der Antagonismus der verschiedenen Bakterien und das Sonnenlicht sein, vollkommen bedeutungslos die Erschütterung, die chemischen Einflüsse, Hitze und Kälte.

Pettenkoffer (5), Löw (6), Pfeiffer und Eisenlohr (7), Bockorny (8) und andere schreiben der Flussvegetation, den grünen Pflanzen und speziell den Algen eine wichtige Rolle bei der Selbstreinigung des Wassers zu.

So fanden Pfeiffer und Eisenlohr, dass an den Stellen der Isar, wo das Wasser reich an organischen Stoffen war, unterhalb der Einmündung des Hauptsiels der Kanalanlage, sich graurote, graue und rote Rasen von Beggiatoa konstatieren liessen. Je stärker die Verunreinigung des Wassers mit organischen Substanzen war, desto ausgiebiger fanden sie die Beggiatoavegetation. An Stellen des Flusses, wo grössere Bäche oder kleine Rinnsalen sich in denselben ergossen, fand man statt Beggiatoa gewöhnliche grüne Algen. Beggiatoa braucht also zu ihrem Gedeihen eine gewisse Quantität von im Wasser suspendierter organischer Substanzen. Auch Bokorny (9) ist der Ansicht, dass die Bakterien, so lange die wichtigste Rolle bei der Selbst-

reinigung des Flusses spielen, als der Gehalt des Wassers an organischen Substanzen sehr hoch ist; später erst können Algen wachsen. „Zwischen denjenigen Konzentrationen, bei welchen ausschliesslich Pilze oder ausschliesslich Algen im verunreinigten Flusse wachsen, liegt eine solche, welche Wasserbakterien, besonders Beggiatoen und Algen, nebeneinander aufkommen lässt". Seiner Ansicht nach soll sich eine ganze Menge Chlorophyl tragender höherer Pflanzen, sowie Algen und Bakterien an dem Verbrauch organischer gelöster Stoffe im Flusse beteiligen. — Ebenso ist auch Löw der Meinung, dass die Algen hauptsächlich bei der Selbstreinigung der Flüsse in Betracht kommen, indem sie die gelösten Fäulnisprodukte aufnehmen, im Ernährungsprozess verarbeiten und daraus Eiweissstoffe, Stärkemehl und Fett produzieren. Diese Algen sollen dann durch zahlreiche kleine, sich im Wasser aufhaltende Tiere verzehrt werden, die letzteren dann wieder als Nahrung grösserer Tiere dienen, welche sich dann auf diese Weise vermehren.

Auch Pettenkoffer stimmt diesen Ausführungen bei, indem er sagt: „Ich bin überzeugt, dass die tatsächlich bestehende Selbstreinigung der Flüsse, die man allerdings durch blosse Sedimentierung der suspendierten Bestandteile und durch Oxydation der organischen Stoffe durch den im Wasser absorbierten Sauerstoff bisher nur sehr unvollständig erklärten konnte, zum grössten Teil auf dem vegetativen Leben im Wasser beruht, gerade so, wie die Vegetation auf dem Lande einen verunreinigten Boden, einen gedüngten Acker zu reinigen vermag".

Prausnitz (10) wieder ist im Gegensatz zu Pettenkoffer der Ansicht, dass die Sedimentierung der den Fluss verunreinigenden organischen Substanzen das wichtigste Moment bei der Selbstreinigung eines Flusses sei. Diese Substanzen sollen dann langsam zersetzt werden und zwar sollen dabei der Sauerstoff und die Bakterien eine Rolle spielen.

Ausser den organischen Substanzen sedimentieren auch die Bakterien und zwar hängt die Sedimentierung der Mikroorganismen nach Untersuchungen von Kabrehl (11) und anderen (Frankland, Krüger, Fromme, Spitta) hauptsächlich von der Sedimentation der suspendierten corpusculären Stoffe ab. Kabrehl (12) sieht als wichtigen Faktor der Selbstreinigung

der Flüsse die zeitweise Erhöhung des Wasserstandes an, besonders an solchen Stellen der fliessenden Wässer, an welchen die Strömung träge ist und die suspendierten Stoffe dabei leicht sedimentieren, weil dabei die am Grund der Flüsse abgelagerten organischen Substanzen etc. aufgewirbelt werden und das Flussbett „gereinigt" wird. Die Zahl der Keime wird nur da von der Temperatur beeinflusst, wo eine bedeutende Verunreinigung des Flusses wahrzunehmen ist, wo der Fluss wenig Verunreinigungen aufweist und die Keimzahlen niedrig sind — bemerkt man keine deutliche Wirkung der Temperatur auf die Zahl der Bakterien.

Nach der Ansicht von Spitta (13) ist eine Sedimentation bei schnell fliessenden Flüssen günstig, währenddem es bei langsam strömenden und wasserarmen Gewässern leicht zu Schlammbankbildungen kommen kann. Die Wellenbewegung und Beunruhigung des Wassers durch die Schifffahrt wirken störend auf die Sedimentation ein. Die Algen, welche nach Spittas Beobachtungen auch in stark verschmutztem Wasser wachsen können, ohne alteriert zu werden, sowie auch die Diatomeen können dem Wasser N-haltige Substanzen entziehen, z. B. NH_3, spielen aber bei der Selbstreinigung keine so wichtige Rolle, wie es andere Autoren meinten. Den Bakterien dagegen und dem Sauerstoff der Luft spricht er eine äusserst wichtige Bedeutung zu. So fand er, dass die Grösse der Sauerstoffzehrung im Wasser ein Massstab für die Menge der vorhandenen oxydierbaren Substanzen sei. Der nahe Zusammenhang zwischen Bakterientätigkeit, resp. Wachstum und der oxydativen Zerstörung der im Wasser gelösten organischen Stoffe erscheint ihm zweifellos und die Ansicht von Goldschmidt, Luxemburger, Neumayer und Prausnitz, dass die Selbstreinigung eines Flusses durch die Tätigkeit der Mikroorganismen nicht beeinflusst wird, nicht mehr haltbar.

Im Gegensatz zu anderen Autoren, welche bei der „Selbstreinigung" nach Momenten suchten, welche zu Gunsten einer Vernichtung von Bakterien sprachen, zeigt Spitta direkt auf die der Selbstreinigung nützliche Tätigkeit derselben, indem sie durch Auflösen des organischen Materials die Schnelligkeit des Prozesses fördern.

Auch nach Rubner (14) soll der Planktongehalt in wasserreichen, schnellfliessenden Strömen keine Rolle spielen. Eben-

falls auch die am Gestein und den Ufern festsitzende Flora (Algen). Er ist wie Spitta der Meinung, dass Verdünnung, Flussgeschwindigkeit, die Schlammbankbildung weniger lästig machen. Aber auch das Bodenareal ist ein wichtiger Faktor der Selbstreinigung der Flüsse. In einem seichten Wasser verteilt sich das sedimentierende Material auf eine viel grössere Bodenfläche und die Wirkungen der Masse des Sedimentes treten weniger hervor. Verläuft die Sedimentierung ungestört, so meint Rubner behaupten zu können, dass eine Reinigung des Wassers bis auf die kleinsten Spuren gewisser Substanzen möglich ist. Die Arbeit der Mikroben geschieht dabei, wie in den oberen Schichten des Wassers, wo die gelösten Stoffe und die Schwimmstoffe sich befinden, so auch am Flussboden, wo hauptsächlich die schwereren Schwebestoffe sich ablagern und zwar sollen, wie Spitta (15) meint, die sedimentierten Stoffe eine länger andauernde, aber weniger intensive Quelle der Verunreinigung darbieten, so lange aërobe Zersetzungsprozesse, bei genügendem Vorrat an Sauerstoff im Wasser und auf dem Boden des Flusses praevalieren. Aber auch die anaërobe Zersetzung spielt im Flussboden und besonders in Schlammbänken eine Rolle. „Das Optimum des Reinigungseffektes bedarf ebenso gut des Flussbodens, wie des Einflusses des strömenden Wassers“ (Rubner). Im prakschen Sinne liegt für ihn da eine Reinigung des Flusses vor, „wo das suspendierte Material auf ein Minimum abgesunken ist und die noch vorhandenen Bakterien bei ruhendem Wasser eine nennenswerte Sauerstoffzehrung nicht mehr zuwege bringen“. Nach der Ansicht von Spitta ist die ideale Art der Flussreinigung die Mineralisierung und Vergasung der organischen Verunreinigungen, was bei genügendem Gehalt des Wassers an Sauerstoff, also bei nicht zu starker Belastung des Flusses mit Abfallstoffen, vor sich gehen kann. Auch die Schnelligkeit des Flusses und die Wellenbewegung, welche die Absorption des atmosphärischen Sauerstoffes befördern und die Ausbreitung der sedimentierenden Masse auf eine grössere Bodenfläche spielen hier eine Rolle.

Die Ansichten der verschiedenen Autoren über die für die Selbstreinigung der Flüsse wichtigen Momente sind somit sehr verschieden. Die meisten neigen jetzt aber der Ansicht zu, dass dieselbe zum grossen Teil ein Sedimentierungsprozess ist, bei

welchem die oxydative Tätigkeit der Bakterien bei vorhandenem Sauerstoff eine äusserst wichtige Rolle spielt.

Wie Spitta, so auch Rubner, vergleichen die Selbstreinigung der Flüsse mit dem sog. biologischen Verfahren der Abwässerreinigung und meinen, dass die letzteren „nur eine andere Form derselben oxydativen Arbeit darstellen" (Rubner).

Ja, Rubner vergleicht das Flusswasser mit einem „Acker, der seine Zersetzungsarbeit leistet, und wie man sagen kann, im grossen Stile".

Kurzer Ueberblick über die Transformation organischer Substanzen im Erdboden.

Wie bekannt, finden sich im Ackerboden überall bedeutende Mengen organischer Stoffe, welche von der Tier- und Pflanzenwelt herstammen. Diese organischen Stoffe stellen ein ausgezeichnetes Nahrungsmaterial dar für viele der immer im Erdboden vorhandenen Bakterien. Sind nun die Bedingungen für die Entwickelung der letzteren günstig (nicht zu niedrige Temperatur, eine gewisse Feuchtigkeit etc.), so kommt es zur Fäulnis, resp. bei gutem Sauerstoffzutritt zur Verwesung. Die organischen Stoffe werden gründlich zerlegt und unter den Endprodukten, welche sich bei dieser Tätigkeit der Bakterien bilden, tritt auch Ammoniak in grösseren Mengen auf. Die Bildung des Ammoniaks aus N-haltigen organischen, hauptsächlich eiweissartigen Substanzen, Eiweissstoffen etc. wird durch Verwandlung der letzteren in Peptone eingeleitet.

Der weitere Verlauf dieses äusserst komplizierten Vorganges gestaltet sich auf die Weise, dass eine grosse Anzahl verschiedener Bakterienarten sich an demselben beteiligen. Die grosse Anzahl verschiedener Körper, welche als Produkt der gemeinsamen Tätigkeit dieser Mikroorganismen auftreten, muss man sich so zustande gekommen vorstellen, dass gewisse Bakterienarten die organische Substanz bis zu einem gewissen Stadium zerlegen, worauf wieder andere die begonnene Arbeit weiterführen, um dann wieder anderen, für welche jetzt der günstige Moment aufgetreten ist, die weitere Arbeit zu überlassen u. s. w.

Unter den Fäulnisprodukten tritt ziemlich rasch Ammoniak auf. Dasselbe wird dann zu Nitrat oxydiert. Doch stellt sich die Oxydation des NH_3 nicht sofort mit der Bildung desselben im Erdboden ein. Sie lässt auf sich noch eine zeitlang warten. Erst am Ende der Zersetzung der organischen Materie beginnt die Oxydation des gebildeten NH_3 (Winogradsky 33). Ausser dieser Meinung existiert noch eine zweite, wonach die beiden Prozesse „Fäulnis und Nitrifikation unabhängig von der Nachbarschaft" verlaufen können (A. Fischer), was besonders stark von Löhnis für den Ackerboden betont wird (Centralbl. f. Bakteriol. Abt. II, Bd. 13, S. 706.) Die organische Substanz wird auf diese Weise „mineralisiert"; statt des NH_3, statt des SH_2 und der komplizierten C-Verbindungen findet man Nitrate, Sulfate und CO_2.

Nitrifikation im Erdboden.

Ueber die „Nitrifikation", d. h. die Oxydation des Ammoniaks zu Nitraten, ist in den letzten Jahrzehnten viel gearbeitet worden und verschiedene Autoren, wie: Warington (16), Frankland (16), Schloesing und Müntz (17), Winogradsky (18), haben es versucht, die Frage zu lösen.

Die Versuche dieser Beobachter zeigten, dass die Bildung des Salpeters im Erdboden zweifellos ein biologischer und nicht rein chemischer Prozess sei, mit anderen Worten, dass die Nitrifikation nicht durch die Wechselwirkung der leblosen Materie zustande kommt, wie sich alle Welt früher vorstellte, sondern dass es ein Prozess sei, hervorgerufen durch die Wirkung von Mikroorganismen, welche zur Gruppe der oxydierenden Bakterien gehören.

Folgende Bedingungen sind nötig für eine gute Nitrifikation im Erdboden:

1. Die Anwesenheit einer N-haltigen Substanz, welche das Verbrennungsmaterial, d. h. den N liefert.

2. Die Anwesenheit von Sauerstoff und ein gut poröser Erdboden.

3. N_2O_5 muss bei ihrer Bildung eine Base vorfinden, welche nötig ist, um sie zu sättigen, z. B. $CO_3 Na_2$, $CO_3 Ca$, $CO_3 Mg$; die Reaktion muss dabei schwach alkalisch sein.

4. Für die Nitrifikation ist ein gewisser Feuchtigkeitsgrad unbedingt notwendig.

5. Nur bei einer gewissen Temperatur (optimum) verläuft die Nitrifikation gut.

6. Für die Nitrifikation ist die Anwesenheit des nitrifizierenden Fermentes unbedingt notwendig, ohne dasselbe findet keine Nitrifikation statt.

Schloesing und Müntz (17a) ist es zuerst gelungen, den Charakter der Nitrifikation zu erkennen. Sie bewiesen, dass es ein biologischer Prozess sei, hervorgerufen durch Mikroorganismen, und waren der Meinung, dass sie den Erreger der Nitrifikation gefunden haben.

Andere Autoren, wie Haereus (19), Hueppe (16), Frank (16) u. a. dachten, dass die Nitrifikation durch verschiedene auf den üblichen Nährböden wachsende Bakterien erzielt werden kann.

Winogradsky blieb es vorbehalten, zu zeigen, dass die Nitrifikation ein spezifischer Vorgang sei, hervorgerufen durch zwei spezifische Organismen eigentümlicher Art, welche unter den Bakterien eine eigene Gruppe für sich bilden und einen charakteristischen physiologischen Typus besitzen. Der eine dieser Organismen oxydiert NH_3 zu N_2O_3, der andere N_2O_3 zu N_2O_5. Für die Bildung von Nitrat aus Ammoniak ist das Vorhandensein beider Organismen unbedingt nötig.

Diese Mikrobien wachsen nicht auf den gewöhnlich gebräuchlichen Nährböden (Bouillon, Gelatine, Agar etc.), da organische Substanzen hemmend auf ihre Entwicklung wirken. Dagegen wachsen sie gut in NH_3-haltiger Salzlösung, welche vollkommen frei von organischer Substanz ist. NH_3 wird dabei zuerst zu N_2O_3 oxydiert, aus welch letzterer dann weiter N_2O_5 gebildet wird, was aber nur bei Vorhandensein beider Bakterien (Nitrosomonas oder Nitrosococcus und Nitrobacter) der Fall ist. Ist in der Kultur nur Nitrosomonas vorhanden, was auch durch ein von Winogradsky konstatiertes Verschwinden des N_2O_5-Bildners in flüssigen Kulturen zustande kommen kann, so wird NH_3 nur zu N_2O_3 oxydiert. Nitrobacter allein greift NH_3 überhaupt nicht an, im Gegenteil soll letzterer wie ein Gift auf denselben wirken, was aber in neuerer Zeit von Löhnis (Centralbl. f. Bakt., II. Abt.,

Bd. XII, S. 706) nur für freien NH_3 und Ammonkarbonat in solcher Form zugegeben wird.

Als fester Nährboden zum Isolieren des N_2O_3-Bildners diente Winogradsky die von Kühne angegebene Kieselgallerte, welcher die obengenannte ammoniakhaltige Salzlösung beigemengt wurde.

Der Nitratbildner wurde von ihm zuerst gemeinsam mit dem Nitritbildner in NH_3-haltiger Salzlösung studiert und auf Kieselgallerte isoliert, später aber bereitete Winogradsky eine demselben entsprechendere „Nitritlösung". Die Zusammensetzung derselben basiert auf den nämlichen Prinzipien, wie diejenige der NH_3-Lösung, d. i. — vollständiger Mangel an organischer Substanz, N_2O_3 und CO_2, als Salze, ausserdem in günstiger Dosierung, die im Erdboden vorkommenden anorganischen Verbindungen. Nachdem ihm auch hier in Nitritlösung eine Anreicherung des Nitrobacter gelungen ist, konnte Winogradsky aus jeder beliebigen Erdprobe mittels seines „Nitritagars" auch den salpeterbildenden Organismus züchten.

Diese nitrifizierenden Organismen sind nach den Untersuchungen von Winogradsky und denjenigen anderer Autoren ausserordentlich verbreitet. Er konnte sie nicht nur aus europäischen Erdproben isolieren, sondern auch aus solchen, welche aus verschiedenen Orten Afrikas, Asiens, Amerikas und Australiens stammten. Diesen ersten Arbeiten Winogradskys über die Nitrifikation folgt eine Reihe neuerer, die teils von ihm und seinen Schülern stammen, teils aber solche von anderen Autoren. So arbeiteten Godlewski (20), Stutzer und Burri (21), Migula (22) und andere über diese Frage. Es wurden einzelne Phasen des Prozesses, sowie die Wirkung gewisser Faktoren eingehend studiert und die Erkenntnis dieses Phänomens vertieft. Die Schwierigkeiten, auf welche man beim Isolieren dieser Organismen stösst, sind gross und es ist nicht zu verwundern, dass eine Reihe von Autoren ungünstige oder unrichtige Resultate aufzuweisen hatten, wie z. B. Stutzer und Hartleb (23) und andere. Doch auch diesen gelang es später, die Winogradsky'schen Organismen im Erdboden aufzufinden (Stutzer 24) und es ist wohl nicht mehr daran zu zweifeln, dass die Bildung der Nitrate im Erdreich auf die Arbeit des Nitro-

somonas resp. Nitrosococcus und des Nitrobacter zurückzuführen sei.

Nitrifikation im Wasser.

Die eben erwähnten Arbeiten beschäftigen sich alle hauptsächlich mit der Bildung von Nitraten im Erdboden; dass aber eine solche auch bei dem sog. biologischen Verfahren der Abwässereinigung, sowie bei der Selbstreinigung der Flüsse zu Stande kommt, ist schon längst bekannt.

So fand z. B. Emich (25), dass im Wasserleitungswasser, welches mit Cloackenflüssigkeit verunreinigt war, das dort vorhandene Ammoniak zuerst zu N_2O_3 oxydiert wird und dass die Oxydation später weiter geht zu N_2O_5. Die vollkommene Oxydation des NH_3 zu N_2O_3 brauchte 2½ Monat, die der N_2O_3 zu N_2O_5 zwei Monate. Kochte er dagegen die oben erwähnten Flüssigkeiten vor dem Experimente, so trat keine Veränderung hinsichtlich des Gehaltes an Ammoniak, salpetriger und Salpetersäure auf. Sich auf die Untersuchungen von Schloesing und Müntz stützend, vermutet Emich, dass dieser Oxydationsprozess von Bakterien hervorgerufen wird und zur Erklärung der Selbstreinigung stehender und fliessender Wässer wesentlich beiträgt.

In letzter Zeit erschien eine Arbeit von Schultz-Schultzenstein (26), welchem es gelang, zwei den Winogradsky'schen ähnliche Organismen aus den Filtern der biologischen Kläranlagen, sowie aus Berliner Leitungswasser und Kanalwasser zu isolieren. Er bediente sich dabei der von Winogradsky angegebenen Methoden und weist auch auf die Schwierigkeiten hin, denen er bei Reinzüchtung derOrganismen begegnete. (Leider musste ich mich mit einem Referat begnügen, da ich die Originalarbeit nicht erhalten konnte.)

Eigene Versuche.

Im Flusswasser hat man, so viel mir bekannt, diese Mikrobien bis jetzt nicht gefunden, obwohl man sich leicht vorstellen kann, dass dieselben aus dem Erdboden in die Flüsse hineingelangen und viele Momente, welche für eine günstige Entwicklung des Selbstreinigungsprozesses von verschiedenen Autoren hervorge-

hoben wurden, auch günstig für eine Entwicklung dieser Organismen in den Flussläufen sind und ein Vorhandensein und Betätigung derselben ermöglichen.

Ich will kurz auf dieselben hinweisen:

1. Die Bildung von NH_3 aus den N-haltigen organischen Stoffen.

2. Die Anwesenheit von Sauerstoff und besonders eine gute Durchlüftung des Flusswassers und die Momente, welche dabei eine Rolle spielen.

3. Das Vorhandensein von kohlensaurem Kalk, kohlensaurem Magnesia und der Kohlensäure der Luft.

4. Die Bildung von Nitraten, als Endstadium der „Mineralisierung“ der N-haltigen organischen Substanzen.

Es schien mir darum von Interesse zu sein, einen Versuch zu machen, ob die Bildung von N_2O_3 und N_2O_5 in den Flüssen nicht durch die Anwesenheit und Tätigkeit der nitrifizierenden Organismen Winogradsky's zu erklären sei.

Ich verfuhr nun folgendermassen. Als Versuchsmaterial dienten mir Neckarwasser und die durch den Heidelberger Mühlkanal demselben zugeführten Abwässer.

Es wurden nun folgende Fragen gestellt:

1. Kommt im Neckarwasser eine Oxydation des in denselben hineingelangenden (Abwässer), resp. in demselben durch fortgesetzte Zerlegung der N-haltigen organischen Substanzen gebildeten NH_3 zu Stande?

2. Wenn solch' eine Oxydation des NH_3 dort stattfindet, so ist dieselbe ein biologischer Prozess?

3. Wie verläuft die Nitratbildung im Neckarwasser?

Wie das Neckarwasser (Neuenheimer Ufer), so auch das Mühlkanalwasser (Heidelberg) wurden unter den üblichen Kautelen in sterilen Gefässen entnommen. Es wurde das Neckarwasser vom Neuenheimer Ufer gewählt, weil dasselbe auf seinem Lauf hinter der sogen. Heidelberger Insel mit dem Mühlkanalwasser zusammenfliesst und sich dort mehr oder minder gut mischt, um dann weiter auf Wieblingen zuzufliessen.

Die beiden Wassersorten wurden vor jedem neu angestell-

ten Versuch jede für sich auf die Reaktion geprüft und untersucht auf:

NH_3 mit Nesslers Reagens

N_2O_3 mit Jod-, Zink-, Stärke-Lösung + verd. SO_4H_2

N_2O_5 mit Dephenylamin + konz. SO_4H_2.

Vor dem Versuch.

	Mühlkanalwasser	Neckarwasser
Reaktion	Schwach alkalisch	Neutral
NH_3	stark positiv	—
N_2O_3	—	—
N_2O_5	—	Spuren

Es wurden nun Mischungen von Mühlkanal- und Neckarwasser hergestellt, wobei die Quantitäten des letzteren sukzessive gesteigert wurden, um die während der Fortbewegung des Mühlkanalwassers immer stärkere Verdünnung durch Neckarwasser wenigstens annähernd nachzuahmen. Um die Kontaktfläche der Flüssigkeit mit der Luft, also die Absorptionsoberfläche, zu vergrössern und den Luftzutritt besser zu gestalten, wurden Erlenmayer'sche Kolben mit grosser Oeffnung und breitem Boden gewählt und dieselben nicht zu hoch mit Flüssigkeit gefüllt.

Es wurden zwei Versuchsreihen angelegt, von denen eine — Versuche — mit nicht sterilisiertem Mühlkanal- resp. Mühlkanal- und Neckarwasser, die andere solche mit sterilisiertem Mühlkanal-, resp. Mühlkanal- und Neckarwasser darstellte. Die Dosierung war in beiden Fällen die gleiche. Die Kolben wurden unter den üblichen Kautelen mit diesen Flüssigkeiten beschickt, mit Wattepfropfen versehen und im Laboratoriumszimmer aufgestellt. Sie wurden bei zerstreutem Licht und einer Temperatur von 16°—20° gehalten.

Nachstehende Tabelle zeigt den Verlauf der Nitrifikation in diesen Versuchsreihen: Die Kolben wurden 1—2 Mal in der Woche auf NH_3, N_2O_3 und nach Verschwinden der letzteren auf N_2O_5 mit den oben erwähnten Reagentien untersucht. Für NH_3 und N_2O_3 wurden je nach der Stärke der vorhandenen Reaktion die Bezeichnungen: *stark*, *mittel stark*, *schwach* und *Spuren*, gewählt.

A. Nicht sterilisierte Proben. Temperatur 16°—20° C.

Beginn am 27. November	NH_3	NH_3 vollkommen zu N_2O_3 oxyd.	N_2O_3 vollkommen zu N_2O_5 oxyd.	Bemerkungen
50 ccm Mühlkanalwasser	Am Beginn des Versuches **stark positiv,** dann successive abnehmend	Nach 28 Tagen	Am 54. Tage vom Beginn des Versuches	Das am Boden der Kolben vorhandene Sediment von grau-schwarzer Farbe nimmt nach u. nach zusehends an Volumen ab und nimmt eine mehr bräunl. Farbe an. Ueberall tritt nach und nach eine an Stärke zunehmende Algenwucherung auf.
50 ccm Mühlkanalwasser + 100 ccm Neckarwasser	Reaktion zuerst **stark positiv,** später successive an Intensität abnehmend	Nach 28 Tagen	Am 49. Tage vom Beginn des Versuches	
50 ccm Mühlkanalwasser + 500 ccm Neckarwasser	**Mittelstark,** dann successive verschwindend	Am 17. Tage vom Beginn des Versuches an	Am 39. Tage vom Beginn des Versuches	
50 ccm Mühlkanalwasser + 1000 ccm Neckarwasser	**Mittelstark,** dann successive verschwindend	Am 17. Tage vom Beginn des Versuches an	Am 40. Tage vom Beginn des Versuches	

B. Sterilisierte Proben.

Die Mischungsverhältnisse von Mühlkanalwasser und Neckarwasser vollkommen gleich denjenigen Sub. A. Die Proben wur-

den sämtlich sterilisiert. Bei Kontrolle erwiesen sie sich als steril. Die nach dem Sterilisieren gemachte Probe auf NH_3 fiel in den analogen Kolben von Versuchsreihe A und B beinahe gleich stark aus. Der Verlust von Ammoniak durch Sterilisieren war nicht bedeutend.

Auch nach zwei Monate langem Stehen im Zimmer blieben diese sterilisierten Wasserproben unverändert: Ammoniak war überall vorhanden, aber keine N_2O_3; N_2O_5 in Spuren. Das am Boden der Kolben vorhandene Sediment veränderte sich während dieser Zeit nicht, es blieb so, wie es aus dem Dampfkochtopf kam. Bei der nach Abschluss des Versuches gemachten Kontrolle erwiesen sich die Proben als steril.

Aus diesen Versuchen kann man folgende Schlüsse ziehen:

1. In mit Mühlkanalwasser verunreinigtem Neckarwasser findet eine sukzessive Oxydation d. NH_3 zu N_2O_3 und der N_2O_3 zu N_2O_5 statt.

2. Diese Oxydation des Ammoniaks ist ein biologischer Prozess.

3. Bei Mischung des Mühlkanalwassers mit Neckarwasser wird der „Nitrifikationsprozess“ beschleunigt.

4. Bei Laboratoriumsversuchen geht die Oxydation des NH_3 im Neckar- und Mühlkanalwasser sehr langsam vonstatten.

Man musste sich jetzt die Frage vorlegen: Wodurch kommt diese Oxydation des NH_3 zustande? Mit anderen Worten: Was für Organismen beteiligen sich an diesem Prozess?

Waren es Bakterien, so konnten es solche sein, die 1. auf den gewöhnlich gebräuchlichen Nährböden (Gelatine, Agar-Agar etc.) wachsen, oder 2. solche, die auf diesen Nährböden nicht gedeihen (Winogr.).

Es wurde nun Nährgelatine mit Mühlkanalwasser und Neckarwasser beschickt und eine Reihe von Platten gegossen. Die verschiedenen dabei gezüchteten Bakterienarten (Coccen und Stäbchen) wurden auf die Fähigkeit, den NH_3 des Mühlkanals zu oxydieren, untersucht.

Beim ersten Versuch waren es acht Arten, gezüchtet aus dem Mühlkanal, und 6 Arten aus dem Neckarwasser, welche untersucht wurden. Unter diesen 14 Arten von Bakterien befanden sich fünf, welche Gelatine verflüssigten, und neun Gelatine nicht

verflüssigende. Mit diesen Reinkulturen wurde eine grosse Anzahl von kleinen Erlenmeyer'schen Kölbchen mit sterilisiertem Mühlkanalwasser (NH_3 stark positiv, N_2O_3 negativ, N_2O_5 negativ) geimpft und zwar wurden die Reinkulturen in dieselben einzeln und in verschiedenen Kombinationen unter einander (in die Kölbchen) gebracht. Sie wurden unter den nämlichen Bedingungen gehalten, wie auch die früheren Versuche (A und B), In sämtlichen Kölbchen blieb die Intensität des NH_3 auch noch nach zwei Monaten beinahe unverändert, währenddem man in denselben weder N_2O_3, noch N_2O_5 nachweisen konnte. Das NH_3 des Mühlkanalwassers konnte also durch diese Mikroorganismen nicht oxydiert werden. Dass daran nicht etwa der durch Sterilisieren veränderte Nährboden schuld war, wurde auf folgende Weise bewiesen. Es wurden mehrere Kölbchen mit verdünntem und nicht verdünntem Mühlkanalwasser angelegt und sterilisiert. Impfte man dieselben nun mit je 2 ccm nicht sterilisierten Mühlkanalwassers, so verschwand nach und nach der im Anfang vorhandene NH_3 und statt dessen trat zuerst N_2O_3 und später N_2O_5 auf.

Es war nun klar, dass nicht der Nährboden am Ausbleiben der Nitrifikation schuld war, sondern dass die 14 auf Gelatine isolierten Bakterienarten nicht die Fähigkeit besassen, NH_3 zu oxydieren.

Mittlerweile wurden noch weitere Gelatine- und Agar-Agar-Platten aus Mühlkanalwasser und aus Proben von Wasser, welche an verschiedenen Stellen des Neckars entnommen wurden, gegossen. Es wurde hierbei eine Reihe von verschiedenen Bakterienarten isoliert und die aus dem Neckarwasser stammenden näher untersucht. Dabei wurden noch weitere 15 Arten auf Nitrat-, bezw. Nitritbildung geprüft und zwar mit dem nämlichen negativen Resultat. Ueberhaupt wurde jede neue aus dem Neckarwasser auf Gelatineplatten isolierte Bakterienart auf die Weise wie oben angegeben auf Oxydationsfähigkeit geprüft, wenn sie auch später nicht näher beschrieben wurde.

Einen anderen Nährboden zu konstruieren, war einstweilen nicht notwendig, da ja nur das in den Kolben mit Mühlkanalwasser, resp. Mühlkanalwasser und Neckarwasser (A) bemerkte Phaenomen zu erklären gesucht wurde. Hatte man die gesuchten

oxydierenden Bakterien in den Händen und konnten sie den NH_3 des Mühlkanalwassers in Mischkultur mit anderen oxydieren, so mussten sie in Reinkultur dasselbe wohl erst recht zustande bringen können. Wie aber schon gesagt, konnte von den zahlreichen auf Gelatine gewachsenen Arten keine einzige NH_3 in Nitrate oder Nitrite umwandeln.

Die negativen Resultate mit den auf Nährgelatine gezüchteten Bakterien einerseits, andererseits der Verlauf der Oxydation des NH_3 in dem Versuch A, sprachen, scheinbar, dafür, dass es sich hier um die Anwesenheit der nitrifizierenden Organismen Winogradskys handeln könnte.

Vergleichen wir den Verlauf der Oxydation des NH_3 im Versuch A mit den Nitrifikationsversuchen Winogradskys, so sehen wir, dass bei letzteren die Nitrifikation viel schneller verlief. So brauchten gewisse Erdproben, wie die von Quito, nur 7 Tage, um die Nitrifikation zum Abschluss zu bringen, obwohl andere dasselbe erst in drei Wochen bis 40 Tagen vollbrachten.

Winogradsky arbeitete aber mit einem vollkommen von organischen Substanzen freien Nährboden und wie er weiter zeigte, wirkt die Zugabe von Bouillon (27) und verschiedener anderer organischer Substanzen (Glycose, Pepton, Asparagin, Glycerin etc.) hemmend auf die Nitrification ein. Besonders stark trat dabei die Wirkung der organischen Substanz auf den Nitritbildner, weniger stark auf den Nitratbildner, zutage. Es zeigte sich dabei, dass, je komplizierter, zersetzbarer und für die meisten Mikroben assimilierbarer das Molecul eines gegebenen Körpers ist, desto grösser ist auch seine das Wachstum und die Arbeit der salpeterbildenden Mikroben lähmende Wirkung. (34.)

In Versuchsreihe A (Mühlkanalwasser und Neckarwasser) ist relativ viel aus dem Mühlkanalwasser stammende organische Substanz vorhanden. Durch die Anwesenheit derselben in den Kolbenversuchen wird sich wohl der verhältnismässig langsame Verlauf des Nitrifikationsprozesses erklären lassen. Auch die wesentlich niedrigere Temperatur, welche hier angewendet wurde, spielt eine nicht unbedeutende Rolle. Eine höhere Temperatur (34°) erwies sich aber für Nitrifikationsversuche mit Mühlkanalwasser als ungünstig. Im Gegenteil, die in den Kolben ziemlich reichlich vorhandene organische Substanz nahm dabei ziemlich

rasch an Volumen ab, wobei ein Stärkerwerden der NH_3-Reaktion sich deutlich machte. Diese Temperatur schien also besonders günstig zu sein für die sich im Mühlkanal-, resp. Neckarwasser befindlichen, die organische Substanz zerstörenden Bakterien. Eine Bildung von N_2O_3, resp. N_2O_5 konnte dabei nicht konstatiert werden. Aus diesem Grunde wurden auch ferner die Versuche mit Mühlkanalwasser, sowie mit Mühlkanal- und Neckarwasser bei Zimmertemperatur gemacht, was auch hier den in Natura vorhandenen Verhältnissen mehr entsprach.

Die Versuche bei Zimmertemperatur wiesen zweifellos darauf hin, dass im Mühlkanalwasser oder Neckarwasser nitrifizierende Organismen vorhanden waren, und alles wies darauf hin, dass es die Nitrosomonas und Nitrabacter Winogradskys oder ihnen ähnliche Organismen sein können.

Um zu sehen, ob das wirklich der Fall war, wurde die von Winogradsky verwendete ammoniakhaltige Salzlösung zubereitet, und zwar die ältere (18):

I)	Aqua destil.	1,000
	Phophorsaur. Kal.	1,0
	SO_4 Mg	0,5
	Ca Cl_2	Spuren.

Davon wurden in je einen kleinen Erlenmeyerschen Kolben 15—20 ccm hineingebracht und dazu etwas kohlensaures Magnesia (frisch in kochendem Wasser durchgewaschen) in Ueberschuss zugesetzt.

Die mit dieser Salzlösung versehenen Kölbchen wurden nun sterilisiert und danach in jede noch 2 ccm einer 2-proz. Lösung von $SO_4(NH_4)_2$ hinzugegeben.

Ausser dieser Salzlösung wurde auch die von ihm zuletzt gebrauchte (28) Salzlösung verwendet:

II)	Ammon. Sulf.	2,0
	Natr. Chlorat.	2,0
	Kal. phosph.	1,0
	Mag. sulf.	0,5
	Ferr. sulf.	0,4
	Aqua destil.	1000.

Davon wurde in jeden Kolben 50 ccm + 0,5 g CO_3Mg hineingebracht und dieselben sterilisiert.

Zwei Kölbchen mit Salzlösung I, sowie zwei mit Salzlösung II wurden nun mit je 1 ccm und 2 ccm aus den oxydierten Mühlkanalwasserkulturen geimpft und im Termostaten bei 34° C aufgestellt. Die nach acht Tagen vorgenommene Analyse dieser Kölbchen ergab:

NH_3 — stark positiv (etwas schwächer als im Anfang),

N_2O_3 — schwach positiv.

In einer der eben erwähnten Versuchsreihe parallel angelegten, von ebenfalls vier Kolben mit den nämlichen Quantitäten Salzlösung-Winogr. und Mühlkanalwasser, welche aber bei 22° exponiert wurden, konnte man nach acht Tagen nachweisen:

NH_3 — unverändert,

N_2O_3 — Spuren.

Mit der Zeit nahm die N_2O_3-Reaktion, besonders in den Kulturen bei 34° C, an Intensität zusehends zu, obwohl der NH_3 auch nach 1¼ Monaten nicht vollkommen verschwand. In den Kulturen bei 22° C blieb die NH_3-Reaktion auch nach zwei Monaten mittelstark, die N_2O_3-Mengen waren verhältnismässig klein.

Obwohl die Nitrifikation nicht so von statten ging, wie man es erwarten sollte, wurden doch von diesen Kolben Tochterkulturen angelegt, aber mit einem ebenso wenig befriedigenden Resultat. Auch hier rückte die Nitrifikation sehr langsam vorwärts, was nicht gut zu erklären war, wenn die Organismen Winogradskys in diesem für ihre Entwicklung günstigen Nährboden und bei einer Temperatur von 34° vorhanden waren. Parallel mit diesen Versuchen, zu welchen Mühlkanalwasser in ammoniakhaltiger Winogradsky-Lösung verwendet wurde, wurden ebensolche Versuche mit Neckarwasser in dieser Lösung angestellt. Die Resultate waren den eben erwähnten vollkommen ähnlich. Der Ammoniak verschwand mehr oder weniger langsam, wobei N_2O_3 zum Vorschein kam, aber auch in sterilen Kontrollkolben konnte man Aehnliches bemerken, wenn auch die erzielte N_2O_3-Reaktion hier schwächer war.

Für die mikroskopische Analyse dieser flüssigen Kulturen wurden Präparate aus dem in den Kolben vorhandenen Bodensatz aus kohlensaur. basich. Magnesia, dessen Farbe grau und etwas glänzend war und der eine zusammenhängende Masse darstellte. Die Präparate wurden mit Carbol-Fuchsin, Anilinwasser-Fuchsin,

Anilinwasser-Gentianaviolett gefärbt. Schon das mikroskopische Präparat zeigte die Anwesenheit mehrerer verschiedener Bakterienformen, und zwar konnte man unterscheiden: sehr kleine Stäbchen, Stäbchen von mittlerer Grösse und ovoider Form in grosser Anzahl und Stäbchen von kleinen Dimensionen mit zugespitzten Polen. Von einem derselben ging ein dünnerer, langer und oft verzweigter Fortsatz ab.

Es wurden nun Platten angelegt, um diese Organismen in Reinkultur zu erhalten.

Dazu wurde der von Winogradsky angegebene Wasserglasnährboden (V. Omeliansky; Ueber die Isolierung der Nitrifikationsmikroben aus dem Erdboden; Centralbl. f. Bakteriologie, II. Abt., Bd. V) verwendet.

Die Zubereitung der Platten machte viele Schwierigkeiten, doch wurden endlich mehrere erhalten, die für den Gebrauch verwendet werden konnten.

Es wurde nun Material aus den im Thermostaten bei 34° gehaltenen flüssigen Kulturen genommen und nach Vorschrift von Winogradsky für Plattenaussaat gebraucht.

Die Wasserglasplatten wurden hierauf in feuchte Kammern gebracht und im Thermostaten bei 34° gehalten. Am fünften Tag konnte man bei Durchmusterung derselben unter dem Mikroskop kleine, flach ausgebreitete, bräunliche granulierte Kolonien (a) bemerken. Später traten dazu noch zwei scheinbar von einander verschiedene Kolonien auf. Die eine war von linsenförmiger, etwas unregelmässiger Gestalt, dunkelbraun, scharf umgrenzt (b), die zweite — klein, etwas grösser als die vorige, unregelmässig umgrenzt mit gelbbraunem granuliertem Zentrum und heller, durchsichtiger Randzone (c). Ausser diesen drei Kolonienarten wuchsen auf diesen Platten innerhalb von drei Wochen keine anderen. Kolonie a bestand aus ziemlich grossen, plumpen Stäbchen, Kolonie b aus kleinen Stäbchen von etwas unregelmässiger Form; sie waren oft an einem Pol stark abgerundet, während der andere etwas spitz zulief.

Kolonie c bestand aus ovoiden Stäbchen von mittlerer Grösse, welche schon in flüssigen Kulturen in grosser Zahl bemerkt wurden.

Es wurde nun von diesen drei Kolonienarten abgeimpft und in Kölbchen mit je 25 ccm einer NH_3-haltigen Salzlösung (II) gebracht. Die Kölbchen wurden im Thermostaten bei 22° C und 34° C gehalten. Nach acht Tagen zeigte sich in den bei 34° exponierten Kulturen:

NH_3 — etwas schwächer, als vor dem Versuch,

N_2O_3 — deutlich positiv,

und zwar in allen drei Proben. Am stärksten schien die N_2O_3-Reaktion in demjenigen Kolben zu sein, welcher mit Material aus Kolonie c geimpft wurde. Aber auch hier konnte man keinen richtigen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von N_2O_3 und dem Verschwinden des NH_3 finden. Bei 22° konnte noch nach zwei Monaten eine deutliche NH_3-Reaktion konstatiert werden und die Mengen von N_2O_3 waren immer verhältnismässig klein. In den Kulturen bei 34° C trat wohl N_2O_3 schneller auf, als bei 22°, der NH_3 verschwand auch schneller aus denselben, aber das nämliche, wenn auch vielleicht in etwas schwächerem Masse konnte man in Kontrollkulturen (hergestellt so, wie die obigen, nur steril) bemerken. Brachte man die Organismen a, b und c in die von W i n o g r a d s k y angegebene Nitritlösung, so konnte man hier keine Oxydation des N_2O_3 zu N_2O_5 bemerken. Setzte man der Nitritlösung Spuren von den oxydierten Kulturen zu, so wurde die in denselben vorhandene N_2O_3 auch nach 1½ Monaten noch — s t a r k p o s i t i v — vorhanden gefunden.

Die eigentümlich geformten Organismen, welche in den flüssigen NH_3-Salzlösung Winogr. enthaltenden Kulturen auftraten und die sich, als kleine Stäbchen mit langen, dünnen Ausläufern darstellten, konnten nicht auf dem Wasserglasnährboden gefunden werden, sie wuchsen dagegen auf W i n o g r a d s k y s (29) Nitritagar (Centrabl. f. Bakter. u. Paras.-K., II. Abteil., 2. Bd.). Erst am achten Tage konnten bei mikroskopischer Besichtigung unter mehreren anderen Kolonienarten ganz kleine Kolonien von runder Form mit einem gelbbraunen granulierten Zentrum und filzähnlich aussehenden Randzone entdeckt werden. Die Kolonien sassen dem Substrat fest auf und mit einer Platinnadel konnte man nicht gut Material zur Aussaat erlangen. Es wurde das Abimpfen nun mit feinen sterilen Glaskapillaren bewerkstelligt und dieselben samt der daran haftenden Kolonie in je:

2 Kölbchen mit sterilisiertem Mühlkanalwasser,
2 Kölbchen mit sterilisiertem NH_3-haltiger Salzlösung Winogr.
2 Kölbchen mit sterilisierter Nitritlösung Winogr.
gebracht.

Die Kolben wurden bei Zimmertemperatur und bei 34° aufgestellt. Zum Vergleich wurde bei Zimmertemperatur nicht sterilisiertes Mühlkanalwasser in einem Kolben aufgestellt: Folgende Tabelle zeigt die Resultate bei Zimmertemperatur (16° bis 20° C).

	NH_3	NH_3 wird zu N_2O_3 oxydiert	N_2O_3 wird zu N_2O_5 oxydiert
50 ccm Mühlkanalwasser nicht steril.	Anfangs stark positiv, dann successive verschwindend	Nach 24 Tagen vom Beginn des Experim.	Nach 52 Tagen vom Beginn des Experim.
50 ccm Mühlkanalwasser steril. + 2 Oesen einer Reinkultur „Stäbchen mit langem Fortsatz"	NH_3 bleibt stark positiv	Es tritt weder N_2O_3 noch N_2O_5 auf	
30 ccm NH_3-Lösung Winogradsky + 2 Oesen „Stäbchen mit langem Fortsatz."	Bleibt unverändert	Es wird weder N_2O_3 noch N_2O_5 gebildet	
30 ccm Nitritlösung Winogradsky + 2 Oesen „Stäbchen mit langem Fortsatz"		N_2O_3 bleibt unverändert	

Thermostat bei 34°.

	NH_3	NH_3 wird zu N_2O_3 oxydiert	N_2O_3 wird zu N_2O_5 oxydiert
50 ccm Mühlkanalwasser steril. und 2 Oesen einer Reinkultur „Stäbchen mit langem Fortsatz“	Die Reaktion wird langsam etwas schwächer, verschwindet aber auch nach 1½ Monat nicht	Erscheint, nimmt aber an Intensität nicht parallel mit Abnahme des NH_3 zu	—
30 ccm NH_3-Lösung Winogr. + 2 Oesen „Stäbchen mit langem Fortsatz“	NH_3 zuerst stark positiv, dann nimmt die Reaktion etwas an Intensität ab	Tritt langsam auf; auch nach 1½ Monat schwach posit.	—
30 ccm N_2O_3-Lösung Winogr. + 2 Oesen „Stäbchen mit langem Fortsatz“	—	—	N_2O_3 bleibt unverändert
50 ccm sterilisiertes Mühlkanalwasser	Verschwindet langsam	Tritt langsam auf	—

Dieser Organismus, welcher mit dem von Rullmann (29) beschriebenen „nitrosobacterim, Formae novae“ (Zentralblatt für Bakteriol. II. Abteil. Bd. III) identisch ist und dessen Verhalten den verschiedenen Nährböden gegenüber weiter unten beschrieben wird, kann, wie man aus den Versuchen bei Zimmertemperatur sieht, 1. weder als nitrifizierender Organismus des NH_3 im Mühlkanalwasser betrachtet werden, noch ist er weder 2. ein

N_2O_3-Bildner, oder 3. N_2O_5-Bildner im Sinne Winogradskys. Uebrigens hat auch Rullmann (30) später seine ersten Angaben dahin berichtigt, dass der von ihm entdeckte Organismus kein nitrifizierender sei.

Einerseits die vollkommen negativ ausgefallenen Nitrifikationsversuche mit diesem Organismus bei Zimmertemperatur. Andererseits aber der unstäte Gang und die mit Abnahme des Ammoniaks nicht parallel auftretende N_2O_3, dann das Auftreten von N_2O_3 auch in dem Kontroll-Kolben bei 34° und die schon früher bemerkte ungenügend augesprochene „Nitrifikation" bei 34° (Mühlkanalwasser, ovoide Stäbchen, Neckarwasser etc. in NH_3-haltiger Salzlösung Winogr.) erweckten den Verdacht, dass hier (bei 34° Thermost.) vielleicht auch andere Faktoren an dem Auftreten von N_2O_3 beteiligt seien.

Es wurde nun an die mögliche Verunreinigung der flüssigen Kulturen durch die sich im Thermostatzimmer, wie auch im Thermostaten selbst anhäufenden Verbrennungsprodukte des zur Thermostatheizung verwandten Leuchtgases gedacht. Um diese Frage zu lösen, wurden vorbereitet:

a)	Erlenmeyer Kolben	mit 50 ccm steril. destiliertem Wasser
b)	„ „	mit 50 ccm steriler ammoniakhaltiger Winogradsky-Lösung
c)	„ „	mit 50 ccm steriler Winogradkyscher Salzlösung ohne NH_3.

In sämtlichen Kolben vor dem Experiment:

N_2O_3 und N_2O_5 — nicht vorhanden.

NH_3 — vorhanden nur in Kolben b.

Drei mit diesen Lösungen beschickte Kolben wurden im Thermostat bei 34° gestellt, drei ebensolche bei Zimmertemperatur gehalten.

In sämtlichen Kolben bei 34° trat nach mehreren Tagen N_2O_3 auf und nahm mit der Zeit an Stärke zu.

Die Kolben bei Zimmertemperatur blieben während dieser Zeit (der Versuch dauerte einen Monat) unverändert.

Da, wie eben besprochen, die Möglichkeit einer Beeinflussung durch den Thermostaten vorliegt, so möchte ich den Resultaten, welche mittels der ammoniakhaltigen Salzlösung-Winogr. erzielt wurden, keine unbedingte Beweiskraft beilegen.

Mittlerweile war wieder eine Versuchsreihe Mühlkanalwasser, resp. Mühlkanal- und Neckarwasser in verschiedenen Mischungen, wie auch die oben beschriebene Versuchsreihe A, welche im September aufgestellt wurde, angelegt. Diese neue Versuchsreihe C (März) sollte zeigen, ob die Faktoren der Oxydation des Ammoniaks auch im März (Frühjahr) vorhanden waren und ob diesleben sich bei der Nitrifikation des NH_3 im Mühlkanalwasser und Neckarwasser immer gleich betätigen.

Vor dem Versuch C.

Reaktion Mühlkanalwasser schwach alkal. — Neckarwasser neutral.

	Mühlkanalwasser	Neckarwasser
NH_3	stark positiv	negativ
N_2O_3	negativ	negativ
N_2O_5	negativ	Spuren

Nicht sterilsierte Proben. Zimmertemperatur 16° bis 20° C.

Versuch C.

Beginn am 14. März	NH_3	NH_3 wird zu N_2O_3 oxydiert	NH_3 wird zu N_2O_5 oxydiert	Bemerkungen
50 ccm Mühlkanalwasser		NH_3 geht successive in N_2O_3 über; letztere erreicht das Maximum der Intensität mit dem vollständigen Verschwinden von NH_3	Nach 45 Tagen	In sämtlichen Proben entwickelt sich successive eine starke Wucherung v. grünen Algen. N_2O_5 verschwindet successive. Am 63. Tage von Beginn des Versuches ist sie überall verschwunden ohne dabei in N_2O_3 oder NH_3 überzugehen.
50 ccm Mühlkanalwasser + 100 ccm Neckarwasser			Nach 42 Tagen	
100 ccm Mühlkanalwasser + 500 ccm Neckarwasser			Nach 48 Tagen	
100 ccm Mühlkanalwasser + 1000 ccm Neckarwasser			Nach 48 Tagen	

Wir sehen also, dass der die Nitrifikation hervorrufende Faktor zu verschiedenen Jahreszeiten im Neckar vorhanden ist, dass die Oxydation des NH_3 in ihm immer auf die nämliche Weise zustande kommt und dieselben Phasen durchläuft. Bei starker Verdünnung des Mühlkanalwassers mit Neckarwasser, also bei sehr kleinen Dosen NH_3 tritt eine Verzögerung der Oxydation ein.

Auch aus diesem Versuchsmaterial wurden Gelatineplatten sowie Platten aus Wasserglas (W i n o g r a d s k y) gegossen; die dabei isolierten Bakterienarten oxydierten das NH_3 des Mühlkanalwassers nicht.

Wie schon mehrmals bemerkt wurde, trat in sämtlichen Versuchen (Mühlkanalwasser und Neckarwasser) eine starke Wucherung von Algen auf, die besonders deutlich hervortrat während der Bildung von Nitraten und auch noch nach dem Abschliessen der Versuche an Intensität zunahm.

Es fragte sich nun, ob nicht vielleicht diese grünen Algen irgendwie in Beziehung stehen zum Auftreten von N_2O_3, resp. N_2O_5.

Um das zu entscheiden, wurden folgende Versuche angestellt:

1. Versuchsreihe 5 Kolben „frei im Zimmer“ aufgest.
2. Versuchsreihe unter weisser Glasglocke.
3. Versuchsreihe unter schwarzer Glocke.

Diese drei Versuchsreihen waren bei Zimmertemperatur alle in dem gleichen Raume aufgestellt.

Bei Versuchsreihe 1 wurde wie bis dato verfahren; die verschiedenen Substrate (siehe Tabelle) und das Einsatmaterial unter den üblichen Kautelen in kleine Erlenmayerkolben gleicher Dimension gebracht und mit Wattepfropfen versehen.

Bei Versuchsreihe 2 wurden die Kölbchen unter zwei kleine Glasglocken aus weissem, durchsichtigem Glas gebracht. Die Glocken waren oben mit einer Oeffnung versehen, so dass freier Luftaustausch zwischen Glockeninhalt und der Luft des Zimmerraumes gegeben war.

Bei Versuchsreihe 3 endlich wurden die Kolben unter eine schwarze Glocke gebracht. Die Grösse derselben war ungefähr gleich derjenigen der beiden weissen Glocken zusammengenommen. Der Apparat wurde an einem vor direkten Sonnenstrahlen geschützten Ort aufgestellt. Die Glocke, welche auf einem schwar-



zen, als Unterlage dienenden Karton stand, besass, wie auch die weissen Glocken, oben eine Oeffnung, um Luftzutritt zu den Kolben zu ermöglichen. Um das Licht so gut wie möglich auszuschalten, wurde über die Glockenöffnung ein Schutzecran aus schwarzem Karton aufgebaut.

Es sollte auf diese Weise die Entwicklung der grünen Algen gehemmt und dadurch ihre Betätigung aus den Kulturen eliminiert werden.

Die vor dem Versuche, wie gewöhnlich, gemachte Untersuchung zeigte:

	Mühlkanalwasser	Neckarwasser
NH_3	stark positiv	—
N_2O_3	negativ	—
N_2O_5	negativ	Spuren
Reaktion	schwach alkalisch	Neutral.

Es muss hier noch bemerkt werden, dass die mitunter in dem frisch entnommenen Mühlkanalwasser vorhandenen Spuren von N_2O_3 oder N_2O_5 entfernt wurden, damit durch sie das Auftreten der N_2O_3 nicht maskiert würde. Das geschah auf die Weise, dass die vollkommen mit Mühlkanalwasser gefüllten Flaschen mit einem Glasstopfen fest verschlossen wurden und so ungefähr 24 Stunden lang stehen blieben. Bei der nun angestellten Probe war regelmässig nur Ammoniak vorhanden und N_2O_3 oder N_2O_5 nicht mehr nachzuweisen. (Siehe Tabelle Seite 29.)

Ausserdem wurden noch Versuche gemacht, um die Bedeutung des Neckarwassers bei der Oxydation klarzulegen. Es wurden dazu verwendet: sterilisiertes Mühlkanalwasser 50 ccm (NH_3 stark positiv, N_2O_3 negativ, N_2O_5 negativ, Reaktion schwach alkalisch) und 25 ccm Neckarwasser, nicht sterilisiert (NH_3 negativ, N_2O_3 negativ, N_2O_5 minim. Spuren, Reaktion neutral). (Siehe Tabelle Seite 30.)

Vergleichen wir die Versuche unter schwarzer und unter weisser Glocke, so sehen wir, dass in beiden Fällen der Verlauf der Oxydation des NH_3 gleich ist. In Versuchsanordnung 1 (frei im Zimmer) geht die Oxydation am schnellsten vonstatten; dieselbe ist hier nach 45 Tagen beendet. Unter der weissen und schwarzen Glocke findet der Abschluss derselben nach 50 Tagen statt. Die vollkommene Oxydation des NH_3 zu N_2O_3 konnte man

	Frei im Zimmer aufgestellte Kolben				Unter weisser Glocke				Unter schwarzer Glocke			
	NH_3	NH_3 wird zu N_2O_3 oxydiert	N_2O_3 wird zu N_2O_5 oxydiert	N_2O_5 verschwindet vollkommen	NH_3	NH_3 wird zu N_2O_3 oxydiert	N_2O_3 wird zu N_2O_5 oxydiert	N_2O_5 verschwindet	NH_3	NH_3 wird zu N_2O_3 oxydiert	N_2O_3 wird zu N_2O_5 oxydiert	N_2O_5 verschwindet
50 ccm Mühlkanalwasser nicht sterilisiert	Anfangs stark positiv, dann allmählich verschwindend	Beginn am 14. Tage, vollkommen oxydiert am 30. Tage	Am 45. Tage vom Beginn des Versuches	Am 54. Tage vom Beginn des Versuches; starke Algenwucherung	Zuerst stark positiv, dann allmählich verschwindend	Beginn am 14. Tage, vollkommen oxydiert am 30. Tage	Am 50. Tage vom Beginn des Versuches; starke Algenwucherung	Am 60. Tage vom Beginn des Versuches	Zuerst stark positiv, dann immer schwächer werdend bis zum vollkommenen Verschwinden	Beginn nach 18 Tagen, vollkommene Oxydierung am 33. Tage	Am 50. Tage nach Beginn des Versuches	Verschwindet nicht
50 ccm Mühlkanalwasser, steril. + 5 ccm Neckarw., nicht sterilis. + 1 ccm 2% $SO_4(NH_4)_2$	Sehr stark positiv, verschwindet allmählich	Vollkommen oxydiert am 62. Tage	Nach 3 Monaten	Starke Wucherung von grünen Algen N_2O_5 verschwindet sehr spät		Später als nach 62 Tagen	Später als nach 3 Monaten	Starke Wucherung von grünen Algen N_2O_5 verschwindet sehr spät		Später als nach 62 Tagen	Später als nach 3 Monaten	Verschwindet nicht
50 ccm NH_3-Lösung Winogradsky + 5 ccm Neckarwasser	Nimmt sehr langsam ab	Ziemlich spät zeigen sich deutlich Spuren			Nimmt sehr langsam an Intensität ab	Ziemlich spät zeigen sich deutlich Spuren			Nimmt sehr langsam an Intensität ab	Ziemlich spät zeigen sich deutlich Spuren		
50 ccm NH_3-Lösung Winogradsky + 5 ccm Mühlkanalwasser	Nimmt sehr langsam ab	Ziemlich spät zeigen sich Spuren			Nimmt sehr langsam ab	Ziemlich spät treten Spuren von N_2O_3 auf			Nimmt sehr langsam an Intensität ab	Ziemlich spät zeigen sich Spuren		
50 ccm Mühlkanalwasser steril.	Bleibt unverändert seit Beginn des Versuches.											

	Weisse Glocke			Schwarze Glocke		
	NH_3	NH_3 wird zu N_2O_3 oxydiert	N_2O_3 wird zu N_2O_5 oxydiert	NH_3	NH_3 wird zu N_2O_3 oxydiert	N_2O_3 wird zu N_2O_5 oxydiert
50 ccm Mühlkanalwasser sterilisiert + 28 ccm Neckarwasser nicht sterilisiert.	Anfangs mittelmässig stark positiv, dann successive verschwindend.	Am 25. Tage nach Beginn des Versuches Maximum der Intensität, später ziemlich rasch in N_2O_5 übergehend.	Die gebildete N_2O_5 verschwindet rasch und am 35. Tage vom Beginn des Versuches ist sie nicht mehr nachzuweisen. Starke Wucherung von grünen Algen.	Anfangs mittelmässig stark positiv, dann verschwindend.	Am 25. Tage nach Beginn des Versuches. Die gebildete N_2O_3 verschwindet und geht in N_2O_5 über.	Am 35. Tage N_2O_5 vorhanden und verschwindet auch später nicht. Grüne Algen nicht sichtbar.

unter weisser Glocke schon nach 30 Tagen konstatieren, unter schwarzer nach 33 Tagen, also um drei Tage später.

„Frei im Zimmer", sowie „weisse Glocke" wiesen sehr starkes Wachstum grüner Algen auf, was mit Leichtigkeit schon makroskopisch sichtbar war; „schwarze Glocke" zeigte bei makroskopischer Besichtigung etwas bräunlich-grauen Detritus am Boden, die Flüssigkeit war klar, man konnte keine Algen bemerken. Bei mikroskopischer Besichtigung fand man hier: Klumpen von amorphen Massen, eine Menge verschiedener Bakterien und nur ganz vereinzelt hie und da (es wurde eine Reihe von Präparaten angefertigt) Algen von runder und zylindrischer Gestalt, an denen man die grüne Färbung eben nur erkennen konnte.

Nehmen wir einerseits den beinahe gleich schnell sich vollziehenden Verlauf der Nitrifikation unter der weissen und schwarzen Glocke, andererseits die kolossale Differenz in dem Gehalte an grünen Algen in beiden Fällen, so müssen wir logischerweise zu dem Schluss kommen, dass die grünen Algen weder im Mühlkanalwasser, noch im Neckarwasser bei Oxydation des NH_3 eine Rolle spielen können. Es muss hier noch eines gleich angeführt werden, nämlich, dass die Endreaktion (bei vollkommenem Verschwinden der N_2O_3), welche die unter schwarzer Glocke gebildete N_2O_5 gab, wie bei Mühlkanalwasser, so auch bei Neckarwasser, sogar etwas stärker war, als diejenige, welche man unter der weissen Glocke in den nämlichen Proben vorfand. Bei grossen Dosen von NH_3 konnte man eine Verzögerung der Oxydation konstatieren. Ist dieselbe aber einmal in Gang, so verläuft sie unter dem nämlichen Bilde in allen drei Versuchsreihen. Der vollkommene Uebergang von NH_3 in N_2O_3 findet auch hier unter schwarzer Glocke etwas später statt, als in den Kulturen „frei im Zimmer" und „weisse Glocke". Nach ungefähr drei Monaten war auch hier überall N_2O_5 vorhanden.

Die nach Ablauf der Nitrifikation in den Kolben vorhandene N_2O_5 verschwand in den Versuchen unter „weisse Glocke" und „frei im Zimmer" ebenso, wie in den früheren Versuchen, ohne vorher zu N_2O_3 oder zu NH_3 reduziert zu werden. Es schien, als ob auch unter der schwarzen Glocke die N_2O_5-Reaktion schwächer würde, was sich aber als nicht richtig erwiess, wie aus dem Weiteren ersichtlich sein wird.

Die mit der ammoniakhaltigen Salzlösung W i n o g r a d s k y s angestellten Versuche zeigten einen sehr langsamen Verlauf der Nitrifikation.

Aus den Resultaten über die Nitrifikationsversuche mit Neckarwasser kann man folgende Schlüsse ziehen:

1. Im Mühlkanalwasser und Neckarwasser findet eine langsame Oxydation des NH_3 statt.

2. Dieser Oxydationsprozess ist ein biologischer Prozess, und

3. er kommt auf die Weise zustande, dass der NH_3 nach einer Incubationszeit von mehreren Tagen langsam in N_2O_3 übergeht.

4. N_2O_3 wird dann zu N_2O_5 oxydiert.

5. Die Oxydation im Neckarwasser verläuft unter dem nämlichen Bilde, wie die Nitrifikation im Erdreich.

6. Verdünnung des Mühlkanalwassers durch Neckarwasser beschleunigt den Oxydationsprozess, wenn NH_3 nicht in zu kleinen Mengen vorhanden ist.

7. Bei grossen Dosen von Ammoniak tritt eine Verzögerung des Prozesses ein.

8. Die grünen Algen sind an diesem Nitrifikationsprozesse nicht beteiligt.

9. Ebensowenig ein dem „Nitrosobacterium formae novae" R u l l m a n n ähnlicher, öfter im Mühlkanalwasser vorgefundener Organismus.

10. Die Nitrit- und Nitratbildner konnten weder auf den gewöhnlich üblichen Nährboden (Gelatine, Agar), noch auf den von W i n o g r a d s k y angegebenen isoliert werden, doch scheinen die Versuche mehr zugunsten eines Vorhandenseins der W i n o g r a d s k y'schen Organismen zu sprechen.

Z e r s e t z u n g v o n N i t r a t e n u n d N i t r i t e n.

Wie schon oben bemerkt, wurde in den Versuchskolben: Mühlkanalwasser, Mühlkanal- und Neckarwasser, bei Lichtzutritt immer ein Verschwinden des N_2O_5 konstatiert. In diesen Kolben war überall eine starke Algenvegetation vorhanden. Es schien im Anfang, als ob auch in den unter schwarzer Glocke befindlichen Kolben ein Schwächerwerden der N_2O_5-Reaktion sich bemerkbar machte. Es wurde darum sofort an die salpeterzerstörende Eigenschaft gewisser Bakterien gedacht, die vielleicht hier eine Rolle spielen konnten.

Dass gewisse Bakterien die Fähigkeit besitzen, Nitrate und Nitrite zu zersetzen, ist seit längerer Zeit bekannt (Haereus, Frankland, Laurent, Dieudonné, Loew u. a.).

Kommt das Verschwinden der Nitrate aus den Kulturen unter Gasentwicklung zustande, die von einer Schaumbildung begleitet wird, so ist man zu der Annahme berechtigt, dass der Salpeter unter Freiwerden von Stickstoff zerlegt wird. Verläuft die Nitratzersetzung ohne Schaumbildung in den Kulturen, so handelt es sich um Bildung von Ammoniak als Endprodukt.

Der Umwandlung der Nitrate in Ammoniak geht die Reduktion der Nitrate zu Nitrit voraus, so dass die Nitritbildung immer die erste Phase der Reduktion darstellt (O. Loew). Man nahm früher an, dass die Organismen, welche Nitrit bildeten, auch befähigt wären, Nitrit weiter zu reduzieren, und man nahm sich gewöhnlich nicht die Mühe, Versuche mit nitrithaltigen Nährböden anzulegen.

In letzter Zeit untersuchte nun Maassen (31) eine grosse Anzahl von meistens sehr verbreiteten Bakterien auf das Vermögen, Nitrate und Nitrite zu zersetzen. Dabei stellte es sich heraus, dass gewisse Arten, wie z. B. Bac. fluorescens liquefaciens, Bac, fluorescens aus Blut, Bac. pyocyaneus, Nitrate zu Nitriten reduzieren konnten; dieselben zersetzten salpetrige Salze unter Stickstoffentwicklung.

Er fand, dass die Fähigkeit, Nitrate zu reduzieren, vielen Bakterien eigen sei, welche Nitrite nicht anzugreifen vermochten und umgekehrt konnten einzelne Bakterien, die Nitrate nicht oder nur wenig reduzierten, Nitrite zersetzen.

Dabei zeigte es sich, dass in ihrem Verhalten gegen Nitrit gewisse Bakterien, die zu einer Gruppe gehörten, wie z. B. die sog. Bac. fluorescentes, stark von einander abwichen: Bac. fluoresc. liquefaciens und Bac. fluorescens aus faulem Blut zersetzten Nitrite, Bac. fluorescens aus faulem Fleisch brachte Nitrit ohne Stickstoffentwicklung zum Verschwinden.

Bac. fluorescens lequefaciens aus Wasser, Bac. fluorescens non liquefaciens aus Wasser, Bac. fluorescens non liquefaciens aus Erde, Bac. fluorescens non liquefaciens aus Erbsenaufguss und Bac. fluorescens esterificans konnten Nitrit nicht zersetzen. Während Bac. subtilis weder Nitrat noch Nitrit

angriff, reducierte der „Kartoffelbacillus“ Nitrate zu Nitrit und zersetzte Nitrite.

Maassen bediente sich bei seinen Versuchen einer 5-proz. Peptonlösung, welcher 0,5 Proz. Natriumnitrat, resp. 0,005-proz. (oder 0,01-proz.) Natriumnitrit beigesetzt wurde, da diese Lösungen sich am geeignetsten herausstellten.

Um die Ammoniakbildung besser nachzuweisen, bediente er sich eines eiweissfreien Nährbodens.

Um das Verschwinden der Nitrate aus unseren Kolben zu erklären, wurden die von Stutzer und Burri (32) angegebene Nitratbouillon, sowie die von Maassen gebrauchte Peptonlösung zubereitet:

Nitratbouillon	Peptonlösung
0,5 Soda	5% Peptonwasser
3,0 $NaNO_3$	+ 0,5 Natr. Nitrat.
1000 Nährbouillon.	

Es wurde nun eine Reihe von Nitratbouillonröhrchen, sowie Röhrchen mit Peptonlösung und Natr.-Nitrat mit dem Inhalte der „denitrifizierten“ Kulturen „unter weisser Glocke“, „frei im Zimmer“ und aus den, wie es anfangs schien, ebenfalls in „Denitrifikation“ begriffenen Kulturen „unter schwarzer Glocke“, geimpft und dieselben einer Temperatur von 22 °, 37 °, sowie Zimmertemperatur ausgesetzt. Nach 10—12 Tagen verschwanden die Nitrate in allen Röhrchen, welche bei Zimmertemperatur und bei 22 ° gehalten wurden. Sie wurden zuerst zu Nitrit reduziert und letzteres unter Schaumbildung weiter zersetzt. Die Kulturen färbten sich dabei grün und fluoreszierten. Die bei 37 ° aufgestellten Röhrchen zeigten nach zwei Wochen nur Nitritbildung, Schaumbildung war dabei nicht zu konstatieren. Es war also der Beweis geliefert, dass in den Kolben, wo N_2O_5 verschwunden war, sowie in denjenigen unter schwarzer Glocke sich Bakterien vorfanden, die die Nitrate vollkommen zerstören und aus der Kulturflüssigkeit zum vollkommenen Verschwinden bringen konnten.

Dann wurde weiter ermittelt, dass eine ganze Reihe von Bakterien des Neckars Nitrate, andere wieder Nitrate und Nitrite oder nur Nitrite reduzieren konnten. Weiter stellte es sich heraus, dass viele von den Bakterien, auch solche, welche Nitrat, wie auch Nitrit anzugreifen imstande waren, im Neckar sehr verbreitet

sind und dass sie zu verschiedenen Jahreszeiten in demselben anzutreffen sind. Man konnte sie in besonders grosser Zahl an stärker verunreinigten Stellen (unterhalb der Städtchen und Dörfer) vorfinden. Diese, sowie eine Reihe anderer im Neckar häufig vorkommender Bakterien wurden näher studiert und die Häufigkeit ihres Vorkommens zeitlich und örtlich berücksichtigt. Zu den am stärksten reduzierenden gehören die im Neckar sehr häufigen Repräsentanten der Gruppe der (Bac. aquatilis) Wasserbakterien. Der im Neckarwasser sehr häufige Bac. fluorescens liquefaciens konnte weder Nitrate noch Nitrite reduzieren. Eine andere, weniger häufige Varietät desselben vermochte Nitrate und Nitrite anzugreifen. Die Tabellen am Ende der Arbeit geben Aufschluss über das Verhalten der isolierten Bakterien Nitraten und Nitriten gegenüber.

Es schien also, als ob man das Verschwinden der Nitrate aus den Kolben durch die salpeterzersetzende Wirkung der verschiedenen im Neckarwasser vorhandenen Bakterien erklären kann.

Aber während schon die Versuche auf Denitrifikation im Gang waren, wurden die Kolben unter schwarzer Glocke wieder untersucht. Die Annahme, dass auch hier ähnlich wie z. B. unter der weissen Glocke N_2O_5 verschwinde, erwies sich als irrig, dieselbe blieb konstant weiter, obwohl noch nach Monaten die nitratreduzierenden Bakterien dort nachgewiesen werden konnten. Impfte man dagegen mit Material aus diesen Kolben sterilisiertes 0,5-proz., 0,3-proz. oder 0,1proz. natriumnitrathaltiges (oder nahm man noch kleinere Mengen davon) Neckarwasser und stellte die Röhrchen bei 22°, so trat in dem Zeitraum, welcher nötig war, um die Nitratpeptonlösung vollkommen zu denitrifizieren, keine Reduktion des Salpeters auf.

Die nitratzerstörenden Bakterien, obwohl reichlich im Neckarwasser vorhanden, konnten in diesem an Nährmaterial armen Substrat bei Sauerstoffzutritt ihre nitratzerstörende Eigenschaft nicht entwickeln.

Schon W i n o g r a d s k y (35) hat die Ansicht ausgesprochen, dass im Erdboden, wo die Nitrifikation eine so grosse Rolle spielt, die Gefahren der Denitrifikation nicht so gross sind, weil eben die letztere ihre Wirkung nur auf Kosten der organischen Substanz ausüben könne, dieselbe aber beim Beginn der Salpeterbildung

schon zerstört sei. Die betreffenden Organismen sollen nach seiner Ansicht also notwendigerweise zur Untätigkeit verdammt werden.

Dass aber trotzdem eine Denitrifikation im Kanalwasser stattfinden kann, beweisen die in neuerer Zeit gemachten Versuche von v. Iterson (34); nur sind dazu anaërobe Bedingungen notwendig. Die denitrifizierenden Bakterien können dabei, wie er konstatierte, selbst mit den geringsten Quantitäten vieler organischer Substanzen bestimmte Quantitäten von Nitrat unter Bildung von freiem Stickstoff zum Verschwinden bringen. v. Iterson meint dann weiter, dass in derselben Bodenart, wo bei guter Aëration Nitrifikation stattfinden kann, bei Luftabschluss die Möglichkeit einer Denitrifikation gegeben ist, und ist der Ansicht, dass die kombinierte Wirkung dieser beiden Prozesse bei der Selbstreinigung des Bodens und natürlicher Wässer eine bedeutende Rolle spielen muss.

Dass aber bei gutem Luftzutritt, wo im Wasser die Nitrifikation sich vollzieht, die Denitrifikation nicht stattfinden kann, zeigen auch die oben angeführten Versuche unter schwarzer Glocke. Es ist klar, dass das Verschwinden von N_2O_5 in den „unter weisser Glocke", sowie „frei im Zimmer" aufgestellten Kolben nur durch die dort vorhandenen grünen Algen hervorgerufen werden konnte. Wie bekannt, stellen ja die Nitrate ein günstiges Nährmaterial für dieselben dar.

Durch diese Tätigkeit der Algen würde sich auch das schwächere Ausfallen der N_2O_5-Reaktion nach vollkommenem Verschwinden von N_2O_3 unter der weissen Glocke erklären: die grünen Algen, die in grosser Zahl dort vorhanden sind, konnten sich schon vor der gänzlichen Oxydation von N_2O_3 zu N_2O_5 betätigen und der Flüssigkeit Nitrat entziehen.

Der günstigere Fall einer vollkommenen Vergasung der organischen Substanz, wie sie Spitta z. B. als idealste Selbstreinigung eines Flusses vorschwebt, wozu doch auch die Umwandlung der N_2O_5 zu freiem Stickstoff gehört, scheint also für Nitrate angewandt im Flusswasser unter guten aëroben und für die Nitrifikation günstigen Bedingungen nicht vorzukommen. Unter diesen Bedingungen sind es die grünen Algen, welche im Flusswasser ausserordentlich verbreitet sind, die demselben den zu

Nitrat oxydierten Ammoniak entziehen und zum Aufbau ihrer Zelle verwenden. Wie L ö w meint, sollen die grünen Algen der Flussfauna als Nahrung dienen und die Selbstreinigung auf diese Weise zum Abschluss gelangen.

Die erhaltenen Resultate kann man kurz in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Im Neckarwasser findet eine successive Oxydation des Ammoniaks zu N_2O_3 und der N_2O_3 zu N_2O_5 statt.

2. Dieselbe findet schneller statt bei Verdünnung des NH_3-haltigen Mühlkanalwassers durch Neckarwasser, wenn die Ammoniakdosen nicht zu klein sind.

3. Die im Neckarwasser stattfindende Nitratbildung wird wohl durch die nitrifizierenden Organismen W i n o g r a d s k y s hervorgerufen, obwohl es einwandsfrei nicht zu beweisen gelang.

4. Das Verschwinden der durch Oxydation von NH_3 gebildeten N_2O_5 aus dem Neckarwasser bei aëroben Bedingungen ist wohl hauptsächlich auf die Tätigkeit der Algen zurückzuführen.

5. Die im Neckar zu verschiedenen Jahreszeiten sehr zahlreich vorhandenen Bakterien, welche Nitrat resp. Nitrit zu zersetzen vermögen, können sich in dieser Richtung bei den oben erwähnten Bedingungen nicht betätigen.

Untersuchungen der Bakterien des Neckars auf gewisse biologische Eigenschaften.

Wie schon oben bemerkt, wurde die Bakterienflora des Neckars zu verschiedenen Zeiten des Jahres berücksichtigt und studiert, sowie auch auf das Verhalten Nitraten und Nitriten gegenüber untersucht.

Zu diesem Zwecke wurden mehrere grössere Exkursionen in den Monaten September, März, August unternommen und zwar bei folgenden Bedingungen:

	Temperatur		Wasserstand am Heidelberger Pegel	Sonstige Bemerkungen
	Luft	Wasser		
29. Septbr. 1903	+ 18° C.	+ 17° C.	120 cm	Seit mehreren Tagen keine Niederschläge. Sonnenbrand. Himmel unbewölkt. Wasser klar, keine Wellen.
26. März 1904	+ 8° C.	+ 7,2° C.	165,5 cm	Kein Regen. Sonnenschein. Himmel unbewölkt. Leichter Südostwind. Wasser nicht getrübt. Flussoberfläche ruhig.
6. August 1904	+ 25° C.	+ 22,5° C.	111 cm	Himmel wenig bewölkt. Keine Wellen. Leichter Ostwind.

Ausser diesen grösseren wurden noch kleinere Exkursionen in den Monaten Dezember, November, Januar unter folgenden Bedingungen unternommen:

Wasseraufnahme	Temperatur		Wasserstand am Heidelberger Pegel	Bemerkungen
	Luft	Wasser		
Am 28. Dez. 1903	+ 0,8° C.	+ 3,4° C.	144 cm	Stürmisches Wetter. Keine Niederschläge. Himmel unbewölkt. Ostwind.
Am 2. Nov. 1904	+ 8,15° C.	+ 8,5° C.	106 cm	Trübes Wetter. Himmel bewölkt. Wasser ruhig, zieml. klar. Kein Wind.
Am 30. Jan. 1905	+ 2,4° C.	+ 4,5° C.	128 cm	Regen. Schneeflocken. Kein Wind. Wasser zieml. rein.

Bei den grösseren Exkursionen wurden die Wasserproben an folgenden Stellen entnommen:

1. Oberhalb der Gelatinefabrik.
2. Stiftsmühle.
3. Karlstor.
4. Alte Brücke.
5. Neue Brücke.
6. Hinter der Heidelberger Insel.
7. Oberhalb von Wieblingen.
8. Unterhalb von Wieblingen.
9. Oberhalb von Edingen.
10. Unterhalb von Edingen.
11. Oberhalb von Ladenburg.
12. Unterhalb von Ladenburg.
13. Oberhalb von Seckenheim.
14. Unterhalb von Ilvesheim.
15. Unterhalb von Feudenheim.
16. Vor der Ludwigsbrücke.
17. Unter der Ludwigsbrücke.

Bei den kleineren Exkursionen wurde an der Stiftsmühle angefangen und oberhalb von Wieblingen aufgehört.

Für die Exkursionen wurden helle, klare Tage gewählt, vor welchen eine Zeitlang keine Regen- resp. Schneefälle vorgekommen waren, um auf diese Weise eine dem Neckarwasser charakteristischere Bakterienflora zu erhalten. Vor jeder der während der Exkursionen entnommenen Wasserproben (die Wasserabnahme geschah steril, unter Benützung des in dem Hygienischen Institut für diese Zwecke gebräuchlichen Apparates) wurden jedesmal je 4 Gelatineplatten gegossen. Für Aussaat wurden folgende Verdünnungen von Neckarwasser mit sterilisiertem Leitungswasser hergestellt: 1 : 20; 1 : 40 und 1 : 400. Die Platten wurden nach Entnahme des Wassers sofort gegossen und nach dem Erstarren im Thermostaten bis 22 ° C gehalten. Sie wurden jedesmal wenigstens 10 Tage lang untersucht, die verschiedenen darauf gewachsenen Kolonien abgeimpft und Reinkulturen angelegt. Dabei wurde so verfahren, dass sämtliche Bakterienarten, die sich als untereinander verschieden erwiesen und auf Platten von einer Wasserprobe gewachsen waren, jedesmal rein gezüchtet wurden. Das

Wachstum der Bakterien auf den gebräuchlichen Nährböden wurde studiert. Ausserdem wurden sie auf die Fähigkeit, Nitrate resp. Nitrite zu reduzieren, untersucht.

Es wurden dann Versuche auf Vorhandensein im Neckarwasser anaërober Bakterien gemacht mit dem von Botkin (35) angegebenen Apparat. Die von Schattenfroh und Grassberger (36) mit diesem Apparat gemachten Erfahrungen kann man nur bestätigen. Es ist wirklich nicht leicht, darunter streng obligate Anaërobier zu züchten.

Die bei den Versuchen verwendeten Traubenzuckeragarplatten wurden jedesmal stark von fakultativen Anaërobiern überwuchert. Trotzdem gelang es nach mehrmaligen Versuchen, auch ohne die komplizierte Zusammenstellung des Apparates, wie sie Schattenfroh und Grassberger angeben, aus Neckarwasser zwei obligate anaërobe Bakterienarten zu züchten. Es wurde dabei ganz nach den Vorschriften von Botkin verfahren. Das aus dem Kipp'schen Apparat herausgeleitete Wasserstoffgas wurde durch eine mit Jodkalium und eine zweite mit einer Mischung von Kalilauge und Pyrogallussäure gefüllte Waschflasche geleitet. Im Apparat selbst war unter den Traubenzuckeragarplatten eine Schale mit Pyrogallussäure und Kalilauge aufgestellt. Es wurden immer nur je zwei Platten in den Apparat gebracht, so dass die dieselben von der Aussenluft trennende Glasglocke ziemlich klein gewählt werden konnte.

Die Durchleitung des Gases in den Apparat geschah zuerst in rascherem, später in langsamerem Tempo und wurde so lange betrieben, bis das aus dem Ableitrohr entweichende Gas ohne Knall verbrannte. Als Absperrflüssigkeit gegen die äussere Luft wurde das gewöhnlich gebrauchte Paraffinum liquidum in hoher Schicht verwendet.

Die auf den Traubenzuckeragarplatten in H-Atmosphäre gewachsenen obligaten Anaërobier, sowie auch die immer wieder auftauchenden fakultativen Anaërobier, welche teils wegen der Häufigkeit ihres Vorkommens im Neckar, teils wegen ihrer charakteristischen Eigenschaften ein gewisses Interesse darboten, wurden eingehend studiert und auf Pathogenität untersucht. Als Versuchstiere wurden weisse Mäuse und Kaninchen verwendet.

Es wurden gemacht:

1. Fütterungsversuche.
2. Intraperitoneale Injektionen.
3. Subkutane Injektionen.

Für erstere wurden weisse Mäuse gebraucht. Der Versuch dauerte jedesmal 2 Wochen lang und wurden die Tiere jeden zweiten Tag mit je 20 ccm. einer 24stündigen Bouillonkultur, auf weissem Brot verabreicht, gefüttert.

Zu intraperitonealen und subkutanen Injektionen wurden ebenfalls solche Bouillonkulturen verwendet und den Versuchstieren mittels einer Koch'schen Spritze injiziert. Die anfänglichen Dosen waren:

Für weisse Mäuse 1 ccm und 0,5 ccm.
Für Kaninchen 5 ccm.

Wo die pathogene Wirkung des injizierten Materials hervortrat, wurden bei weiteren Versuchen kleinere Dosen genommen. Bei Tierversuchen mit obligaten Anaërobiern wurde sporenhaltiges Material gebraucht.

Es ist noch hervorzuheben, dass die in H-Atmosphäre in Reinkultur isolierten Anaëroben weiter auf den verschiedenen Substraten teils in H-Atmospäre, teils in Stickstoff-Atmosphäre und hoher Schicht gezüchtet wurden.

Zu den nun folgenden Tabellen muss bemerkt werden, dass die anfangs grössere Zahl derselben etwas reduziert wurde. Das geschah dadurch, dass z. B. bei den chromogenen Coccen solche, die sich nur durch eine verschiedene Nüancierung ihrer Farbe unterscheiden (wie z. B. vom hellsten Neapelgelb bis rötlich Neapelgelb u. s. w.) unter eine Rubrik gebracht wurden. Ebenso wurden auch unter den „fluorescentes liquafacientes" solche, welche Gelatine langsam oder schnell, trichterförmig oder mehr schlauchförmig verflüssigen, etwas längere oder kürzere Stäbchen aufweisen, unter dem Namen „Bac. fluorescens liquefaciens" (Flügge, Microorganismen Bd. II, S. 292) gebracht.

Da die Fähigkeit der isolierten Bakterien, Nitrate resp. Nitrit zu reduzieren, auch berücksichtigt wurde, dieselbe aber grösstenteils bei den verschiedenen bis jetzt beschriebenen Bakterien nicht angegeben ist, so musste bei der Bestimmung der Mikroorganismen das Wort „ähnlich" oft gebraucht werden.

Die nun folgenden Tabellen sollen selbstverständlich nur die am häufigsten im Neckar vorkommenden Bakterienarten angeben. Darunter sind: Bac. fluorescens liquefaciens, Bac. No. VII, Bac. No. XII von den Gelatine verflüssigenden, und Bac. aërogenes, Bac. coli, Bac. fluorescens non liquefaciens mobilis von den Gelatine nicht verflüssigenden Bakterien, die im Neckar zeitlich und örtlich am meisten verbreiteten.

Es ist hier noch zu bemerken, dass sämtliche in den Tafeln angeführten Bakterien weder NH_3 zu N_2O_3, noch N_2O_3 zu N_2O_5 oxydieren konnten.

I.

Fundort:	Hinter der Heidelberger Insel.
Jahreszeit:	Gefunden im Januar.
Form, Anordnung.	Lange Stäbchen, gew. lange Fäden bildend. An den Polen sind dieselben leicht abgerundet.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind beweglich.
Sporenbildung.	Es bilden sich ovale Sporen in der Mitte der Stäbchen; das letztere verändert dabei seine Form nicht.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Nach mehreren Tagen erschienen auf der Platte Kolonien, die aus einem schwach angedeuteten Zentrum und davon abgehenden langen, ziemlich dicken Ausläufern bestehen. Unter dem Mikroskope sieht man die letzteren aus einem Convolut grauer, dünner aneinander gelagerter Fäden bestehen. Die ganze Gelatineplatte ist von grossen Gasblasen durchsetzt.
Gelatine-Stichkultur.	Vom Stichkanal, welcher aus kleinen rundlichen Kolonien zusammengesetzt ist, gehen feine lange Ausläufer in das Substrat hinein. Mitunter sind dieselben vielfach gewunden und weisen an verschiedenen Stellen Verdickungen auf, was ihnen das Aussehen von Zöpfen verleiht. Das Wachstum ist zuerst grau-weiss, später bräunlich. Das Substrat wird von Gasblasen durchsetzt. Die Gelatine wird nicht verflüssigt.
Traubenzucker-Agar-Platte.	Es entwickeln sich ziemlich kompakte, graublaue, unregelmässig umgrenzte Kolonien, von welchen ziemlich dicke, aber spärliche Ausläufer in das Substrat abgehen.
Traubenzucker-Agar-Stichkultur.	Uncharakteristisches Wachstum im Stichkanal. Starke Gasbildung.
Bouillon.	Bouillon wird schwach getrübt, doch verschwindet die Trübung bald. Am Boden des Reagensgläschens sammelt sich ein grobkörniges, krümeliges, gelbliches Sediment an.

Nitratbouillon. Nitratpeptonwasser.	Nitrate werden nicht reduziert.
Blutserum.	Es entwickelt sich auf demselben kein Wachstum.
Milch.	Wird coaguliert, die Coagula sind bräunlich gefärbt.
Lakmusmolke.	Es tritt starke Säurebildung ein. Die zuerst rot gefärbte Lakmusmolke wird später entfärbt.
Temperatur.	Wachstum am besten bei 22°.
Wachstumsstärke.	Wächst mässig rasch.
Luftbedürfnis.	Obligat anaërob.
Farbstoffbildung	Bildet keinen Farbstoff.
Gramfärbung.	Die Stäbchen färben sich nach Gram.
Pathogenität.	Nicht pathogen für Mäuse.
Bemerkungen.	Sehr ähnlich dem Bac. Sanfelicei (Clostridum solidum); Anaërobe No. IV, Sanfelice; unterscheidet sich von demselben durch Säurebildung. Von dem Bac. polypiformis (Anaërobe No. 2, sanfelice), Liborius (Zeitschrift für Hygiene Bd. I, 163), (Zeitschrift für Hygiene Bd. XIV, S. 369) unterscheidet er sich durch Coagulation der Milch. Auch der in den Kulturen von Bac. polypiformis auftretende üble Geruch, sowie das von Liborius angegebene Ausbleiben von Gasbildung, ist hier nicht bemerkbar.

II.

Fundort:	Oberhalb der Heidelberger Insel, oberhalb von Wieblingen.
Jahreszeit:	Gefunden im Januar.
Form, Anordnung.	Ziemlich dicke grosse Stäbchen, oft in sehr langen Ketten angeordnet. Bei Anwendung der Gramfärbung sieht man zwischen den einzelnen die Fäden zusammensetzenden Stäbchen kürzere oder längere, schwach rosa gefärbte Zwischenräume.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind träge beweglich, und die längeren Verbände bewegen sich langsam.

Sporenbildung.	Es bilden sich grosse ovale Sporen, welche die Mitte des Stäbchens unter clostridiumsförmiger Auftreibung desselben einnehmen oder sie bilden sich an einem der Pole aus, so dass das Stäbchen Trommelschlägelform annimmt.
Wachstum: Gelatine-Platte.	In der Gelatine entwickeln sich nach mehreren Tagen farblose, die Gelatine verflüssigende Kolonien. Die Kolonien sind von einer grobkörnigen Masse angefüllt. Vom Zentrum aus strahlen ziemlich lange dünne Ausläufer in die verflüssigte Gelatine hinein, durchsetzen dieselbe und dringen in das noch feste Substrat ein. Die kugelige Kolonie ist mit feinen Wimpern besetzt. Später nimmt sie eine schwach bräunliche Farbe an.
Gelatine - Stichkultur.	Am Boden des Röhrchens beginnt die Gelatine nach 2 Tagen sich zu verflüssigen. Die verflüssigte Gelatine trübt sich weisslich. Die Peptonisierung des Substrates geht ziemlich rasch vor sich, vom Boden des Röhrchens gegen die Oberfläche zu, dabei steigen kleine Gasbläschen nach oben. Ist die Gelatine vollkommen verflüssigt, so sammelt sich am Boden eine dicke, fadenziehende Bakterienmasse an. Die Kulturen verbreiten einen äusserst unangenehmen, fauligen Geruch.
Traubenzucker-Agar-Platte.	Die im Substrat eingeschlossenen Kolonien bestehen aus einem gelblichen Zentrum, von welchem grössere und feinere Ausläufer in das Substrat abgehen und sich in demselben öfters miteinander verstricken, was der Kolonie das Aussehen eines „Medusenhauptes“ gibt.
Traubenzucker-Agar-Stichkultur.	Ziemlich rasches, nicht charakteristisches Wachstum, starke Gasbildung.
Kartoffel.	Schwacher, sehr spärlicher weisser Belag.
Bouillon.	Starke diffuse Trübung unter Entwickelung äusserst übelriechender Gase. Am Boden sammelt sich ein grauweisses fadenziehendes Sediment an.
Nitratbouillon. Nitratpeptonwasser.	Nitrate werden nicht reduziert.
Blutserum.	Wird schnell und vollkommen verflüssigt, wobei es missfarben, leicht grünlich gefärbt wird und einen üblen fauligen Geruch verbreitet.

Milch.	Wird peptonisiert.
Lakmusmolke.	Bleibt unverändert.
Temperatur.	Wächst am besten bei 37°.
Wachstumsstärke.	Wächst rasch.
Luftbedürfnis	Obligat anaërob.
Farbstoffbildung	Keine.
Gramfärbung.	Die Stäbchen färben sich nach Gram.
Pathogenität.	Nicht pathogen für Mäuse und Kaninchen.
Bemerkungen.	Ist dem Bac. enteritidis Sporogenes (Klein) ähnlich, unterscheidet sich von ihm aber dadurch, dass er nicht pathogen ist und oft lange Fäden bildet. Flügge, Mikroorganismen Bd. II, S. 239. T. Matzuschita, Bacter. Diagnostik, S. 252.

III.

Fundort:	Unter der Heidelberger Insel, oberhalb von Edingen.
Jahreszeit:	Gefunden im August und November.
Form, Anordnung.	Stäbchen von mittlerer Grösse, ziemlich dünn, einzeln, oft „palissadenförmig" gruppiert oder auch in Haufen zusammenliegend. Auch kürzere Ketten kommen vor. Bei Färbung mit den gebräuchlichen Farblösungen bleibt die mittlere Partie oft ungefärbt.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen besitzen 1—3 Geisseln, welche um einen Pol herumgruppiert sind und sind lebhaft beweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Nach 24 Stunden sehen die vom Substrat eingeschlossenen Kolonien, unregelmässig gestalteten Flöckchen und Körnchen ähnlich. Später nehmen sie die Form von zusammengeballten Wolken an oder sehen mehr einer Rosette ähnlich aus. Erreichen sie die Gelatineoberfläche, so stellen sie sich als kleine runde, im Zentrum mit einer kraterförmigen Vertiefung versehene Kolonien, um welche sich

ein Wall erhebt, der gegen die Peripherie zu allmählich abfällt und aus leicht gebogenen, gelben, schmalen, radiär angeordneten Leistchen besteht. Die Randzone, in welche der Wall ausläuft, ist dünn, grau, rosa durchscheinend mit feiner Streifung. Am 8. bis 9. Tag sind die Kolonien grösser, flachen sich mehr ab. Man kann an ihnen einen Nabel unterscheiden, um welchen mehrere konzentrisch angeordnete Zonen verlaufen. Die dem Nabel näher gelegenen Partien sind chagrinlederartig gemustert, goldgelb gefärbt, die periphere Zone ist mehr homogen und silberglänzend. Vom Nabel gegen die Peripherie zu sieht man eine deutliche radiäre Streifung verlaufen, durch welche die Kolonie oft tief eingekerbt wird. Am 10. Tage ungefähr beginnt die Verflüssigung der Gelatine. Das Gefüge der Kolonie lockert sich, man sieht fensterartige Durchbrechungen in derselben. Die Verflüssigung schreitet langsam vorwärts, bis die Platte vollkommen verflüssigt ist.

Gelatine-Stichkultur.

Wachstum im Stichkanal stark ausgebildet. An der Oberfläche bildet sich zuerst ein schwacher graugelber Belag mit leichter Vertiefung im Zentrum. Um das letztere bilden sich sodann gegen die Peripherie zu ausstrahlende leistenförmige Erhebungen. Die Kolonie stellt sich jetzt als trockener, zuerst chromgelber, später mehr goldgelber Belag dar. Das Wachstum im Stichkanal ist stark ausgesprochen und reicht bis an den Boden des Röhrchens und besteht aus runden, kleinen gelblichweissen Kolonien. Die ganze Stichkultur ist einer „Aster“ nicht unähnlich.

Vom Stichkanal gehen mitunter hie und da dünne Ausläufer in die Gelatine ab. Am 10. Tage beginnt eine trichterförmige Verflüssigung der Gelatine. Im Stichkanal sammelt sich eine weissliche, flockige Bakterienmasse an, welche sich zu Boden senkt. Der jetzt goldgelbe Oberflächenbelag senkt sich auch zu Boden.

Traubenzucker-Agar-Platte. H. Athmosph.

Die im Substrat eingeschlossenen Kolonien sind rund, linsenförmig oder von Wetzsteinform, sie sind graubraun und grobgranuliert. Es gehen von ihnen mitunter dünne Ausläufer in das Substrat hinein. Die letzteren können so zahlreich werden (nach mehreren Tagen), dass die Kolonie Aehnlichkeit mit einem Seeigel bekommt. Erreichen sie die Oberfläche, so sehen sie grau durchscheinend, wie aus vielen kleinen Dreiecken zusammengesetzt, aus. An den Kontaktlinien der letzteren bilden sich ziemlich hohe radiär angeordnete Rippen.

Agar-Agar (schräg)	Bei 35° entwickelt sich schnell ein ziemlich starker, graugelber Belag, welcher später eidottergelb, glänzend, feucht und zerfliessend wird. Bei 22° Wachstum langsamer der Belag ist kompakter und mehr auf die Strichlinie beschränkt.
Traubenzucker-Agar (stich).	Starkes Wachstum im Stichkanal und an Oberfläche. Starke Gasbildung.
Glycerin-Agar	Starker, grauweisser, trockener, wie Seide glänzender Belag. Das Substrat wird von Gasblasen durchsetzt.
Kartoffel.	Starker, glänzender eidottergelber Belag.
Blutserum.	Bräunliches, sich stark ausbreitendes, feuchtes Wachstum; im Condenswasser voluminöse gelbliche Bakterienmasse.
Bouillon.	Nach 24 Stunden. An der Oberfläche kompaktes, gelblichweisses Häutchen, von welchem sich dicke voluminöse Flocken in die Bouillon hineinsenken. Die Bouillon ist in den oberen Schichten grobflockig, in den unteren feinkörnig getrübt; am Boden gelblicher Niederschlag.
Nitratbouillon.	Nitrat wird zu Nitrit reduziert.
Nitritpepton-Lösung.	Nitrit wird nicht reduziert.
Neutralrot.	Wird rasch und vollkommen entfärbt mit starker Blasenbildung im Substrat.
Lakmusmolke	Zuerst starke Säurebildung; später tritt Alkalibildung ein.
Milch.	Wird nach 3 Tagen coaguliert.
Temperatur:	Wächst am schnellsten bei 37°.
Wachstums-stärke.	Wächst ziemlich rasch.
Luftbedürfnis.	Fakultativ Anaërob.
Farbstoffbilduug	Bildet einen gelben Farbstoff.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.
Pathogenität.	Pathogen bei intraperitonealer Injektion. Virulenz kann durch Tierpassage gesteigert werden, so dass 0,2 ccm einer 24stündlichen Bouillonkultur weisse Mäuse innerhalb 22 Stunden töten.

Sektionsbefund: Makroskopisch. Keine wesentlichen Veränderungen an den Organen. Mikroskopisch und durch Kultur: In sämtlichen Organen (Milz, Leber, Herz, Lunge, Bauchhöhle) massenhaft die injizierten Bakterien in Reinkultur. Bei subkutaner Injektion pathogen für w. Mäuse in Dosen von 0,5 ccm Bouillonkultur. Die Tiere starben unter dem Bilde der Septikämie. Für Kaninchen pathogen in Dosen von 5 c c m Bouillonkultur subkutan injiziert. Dieselben starben nach 3 × 24 Stunden.

Bei Dosen von 3 ccm Bouillonkultur blieben Kaninchen am Leben.

Bemerkungen. — Nicht identisch mit den bis jetzt beschriebenen Bakterien; muss daher als n e u bezeichnet werden.

IV.

Fundort: — Stiftsmühle, hinter der Insel (Heidelberg), unterhalb von Wieblingen, oberhalb von Ladenburg, hinter der Ludwigsbrücke.

Jahreszeit: — Gefunden im August, September, November.

Form, Anordnung. — Einzelne oder zu kurzen Ketten angeordnete, an den Polen abgerundete mittelgrosse Stäbchen. Mitunter bleibt in der Mitte der Stäbchen eine Stelle ungefärbt.

Beweglichkeit. — Die Stäbchen sind unbeweglich.

Sporenbildung. — Nicht vorhanden.

Wachstum: Gelatine-Platte. — Die von der Gelatine eingeschlossenen Kolonien sind kleine, runde, graubraune Körperchen. Sie sind grobgranuliert. Erreichen sie die Oberfläche, so stellen sie sich als runde, weissliche Kolonien mit einem dünneren irisierenden Saum und einer im Zentrum grobgranulierten Zone. Ungefähr am 6. Tage haben die Oberflächenkolonien ein charakteristisches Aussehen, welches sie auch ferner beibehalten. Sie stellen sich jetzt dar als runde, ziemlich flache, weisse, perlmutterglänzende Kolonien, mit schwach prominierendem zentral gelegenem Nabel, einer gegen die Peripherie zu etwas absinkenden Mittelzone mit feiner radiärer Streifung und schmalem, erhabenem, die Kolonie ungrenzendem Wall. Die Gelatine wird getrübt, opaleszierend.

Gelatine-Stich.	An der Oberfläche bildet sich ein starker, weisser, feucht glänzender Belag aus. Im Stichkanal starkes Wachstum, aus einzelnen weisslichen kugeligen Kolonien zusammengesetzt. Gelatine wird nicht verflüssigt.
Traubenzucker-Agar-Platte. (H-Athmosph.)	Die im Substrat eingeschlossenen Kolonien sind klein, rundlich oder linsenförmig, dunkelbraun, granuliert. Treten sie an die Oberfläche der Platte, so stellen sie sich als runde, erhabene, weissliche, glänzende, undurchsichtige, leicht zerdrückbare, grobgranulierte Kolonien.
Agar-Agar (schräg).	Es bildet sich schnell ein dicker, glatter, grauweisser, feuchtglänzender Belag.
Traubenzucker-Agar.	Starkes grauweisses Wachstum im Stichkanal, starke Gasbildung.
Glycerin-Agar	Rasch sich entwickelnder dicker, grauweisser, feuchtglänzender Belag.
Kartoffel.	Grauweisses, dickes, schmieriges, später mehr gelbbraunes Wachstum.
Blutserum.	Stark sich entwickelnder dicker, feuchter, grauweisser Belag. Condenswasser wird weisslich getrübt.
Bouillon.	Zuerst tritt starke und diffuse Trübung auf. Später entwickelt sich an der Oberfläche ein weissliches Häutchen, am Boden sammelt sich ein grauweisser Niederschlag an.
Nitratbouillon. Nitratpeptonlösung.	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Neutralrot.	Wird schnell und vollkommen entfärbt.
Lakmusmolke	Starke Säurebildung. Substrat wird zuerst rot gefärbt, dann in den unteren Schichten entfärbt.
Indolreaktion.	Vorhanden.
Milch.	Wird nach 36 Stunden coaguliert.
Temperatur:	Wächst bei 35° besser als bei 22°.
Wachstumsstärke.	Wächst rasch.

Luftbedürfnis.	Fakultativ anaërob.
Farbstoffbildung	Nicht vorhanden.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.
Pathogenität.	Pathogen für Mäuse bei intraperitonealer Injektion von 1 ccm einer 24stündigen Bouillonkultur. Nicht pathogen für Kaninchen bei intraperitonealer Injektion von 5 ccm einer Bouillonkultur. Die Mäuse sterben unter dem Bild der Septikaemie nach ungefähr 20 Stunden.
Bemerkungen.	Scheinbar identisch mit dem Bac. cavicida (Brieger). T. Matzuschita, Bakteriol. Diagnostik.

V.

Fundort:	Stiftsmühle.
Jahreszeit:	Gefunden im November.
Form, Anordnung.	Stäbchen von mittlerer Länge; ziemlich dünn, oft zu zweien, längere Ketten selten.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind beweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Nach 12 Stunden erscheinen kleine kugelige graubraune, durchscheinende, feingranulierte Kolonien. Später bemerkte man an denselben eine vom Zentrum gegen die Peripherie zu verlaufende radiäre Streifung. Am 6. Tage beginnt die Verflüssigung. Dann kann man im Zentrum eine weissliche kompakte Masse unterscheiden, welche von einer grobgranulierten Zone umgeben wird, diese ist wieder durch einen dunkler gefärbten schwachen Ring mit einer helleren, feingranulierten Randzone verbunden. Später nehmen die konzentrisch angeordneten breiteren Zonen und schmäleren Ringe an Zahl zu. Im Bereich dieser Zonen ist die Gelatine verflüssigt.
Gelatine-Stichkultur.	Intensives weisses Wachstum im Stichkanal. An der Oberfläche kein Wachstum. Nach 8 Tagen beginnt die Verflüssigung der Gelatine, indem sich oben im Stichkanal eine Luftblase bildet. Am Boden der Verflüssigungszone

	sammelt sich eine weissliche kompakte Bakterienmasse an. Die Gelatine wird langsam wurstförmig verflüssigt. Das noch nicht verflüssigte Substrat ist mit grossen Gasblasen durchsetzt.
Traubenzucker-Agar-Platte. (H-Athmosph.)	Nebelfleckartige, graue, durchsichtige, stark ausgebreitete Kolonien. Man kann an ihnen eine zentrale grobschollige und eine periphere homogene feingestrichelte Randzone unterscheiden.
Agar-Agar (schräg).	Dicker feuchtglänzender, sich schnell entwickelnder, grauweisser Belag.
Traubenzucker-Agar.	Stärkeres Wachstum, sehr intensive Gasbildung. Das Substrat wird mit der Zeit rotbraun.
Glycerin-Agar.	Schnell wachsender grauweisser, glänzender, schmieriger, später zerfliessender Belag. Starke Gasbildung.
Kartoffel.	Grauweisser voluminöser feuchter Belag.
Blutserum.	Starker, weisslicher, trocken glänzender, leicht gefalteter Belag. Condenswasser ist milchig getrübt.
Bouillon.	Nach 24 Stunden diffuse weissliche Trübung. Nach und nach sammelt sich am Fundus des Röhrchens ein weisslicher Niederschlag an
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Nitritpeptonwasser.	Nitrite werden nicht reduziert.
Neutralrot.	Es tritt Entfärbung ein. Das Substrat wird durch intensive Blasenbildung in die Höhe getrieben.
Lakmusmolke.	Es wird intensiv Säure gebildet.
Milch.	Nach drei Tagen tritt Coagulation ein.
Temperatur:	Wächst bei 35 ° am schnellsten.
Wachstumsstärke.	Wächst ziemlich schnell.
Luftbedürfnis.	Fakultativ anaërob.
Farbstoffbildung	Keine.

Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.
Pathogenität.	Nicht pathogen für Mäuse und Kaninchen.
Bemerkungen.	Konnte mit keiner der beschriebenen Bakterien identifiziert werden.

VI.

Fundort:	Neue Brücke.
Jahreszeit:	Gefunden im November.
Form, Anordnung.	Stäbchen von mittlerer Grösse, einzeln oder in kürzeren Ketten angeordnet.
Beweglichkeit	Die Stäbchen sind beweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Die von der Gelatine eingeschlossenen Kolonien sind rund, scharf konturiert, braun, fein granuliert. Gelangen sie an die Oberfläche, so beginnt die Verflüssigung der Gelatine. Die Kolonie besitzt dann ein dunkelbraunes, grobscholliges Zentrum, um welches herum sich mehrere konzentrisch angeordnete Zonen von granuliertem Bau ausbreiten. Die periphere Zone ist hell, durchsichtig und von ihr aus gehen feine, cilienähnliche Ausläufer in die Gelatine hinein. Nach drei Tagen ist die Platte verflüssigt.
Gelatine-Stichkultur.	Der Stichkanal ist aus weisslichen, kleinen Kolonien zusammengesetzt und von oben nach unten gleich stark entwickelt. Ungefähr am vierten Tage beginnt die Verflüssigung. Die Gelatine wird trichterförmig verflüssigt. Am Boden der Verflüssigungszone sammelt sich eine dicke weisse Bakterienmasse an.
Agar-Agar (schräg).	Graublaues, feuchtes, glänzendes Wachstum, später an Stärke zunehmend.
Traubenzucker-Agar	Wachstum im Stichkanal ziemlich stark. Keine Gasbildung.
Glycerin-Agar.	Schnell sich entwickelnder, die Oberfläche diffus bedeckender graublauer transparenter Belag.

Kartoffel.	Kein Wachstum vorhanden.
Blutserum.	Bräunliches schwaches Wachstum, Kondenswasser getrübt.
Bouillon.	Wird diffus getrübt. Am Boden sammelt sich ein gelblichweisser Niederschlag an.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden reduziert.
Nitratbouillon. Nitratpeptonlösung.	Nitrate werden n i c h t reduziert.
Neutralrot.	Wird nicht entfärbt.
Lakmusmolke.	Bleibt unverändert.
Indolbildung.	Es wird Indol gebildet.
Milch.	Wird koaguliert.
Temperatur:	Wächst gut bei 22 °, aber auch bei 35 °.
Wachstumsstärke.	Wächst ziemlich rasch.
Luftbedürfnis.	Fakultativ anaërob.
Farbstoffbildung	Keine.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Grau.
Pathogenität.	Nicht pathogen für Mäuse und Kaninchen.
Bemerkungen.	Unterscheidet sich vom Bac. superficialis (Jordan) dadurch, dass letzterer Milch nicht koaguliert, Nitrate reduziert und oblig. aërob ist.

VII.

Fundort:	Oberhalb von der Gelatinefabrik, neue Brücke, Stiftsmühle, unter der Heidelberger Insel, unterhalb von Wieblingen, unterhalb von Edingen, unterhalb von Ladenburg, oberhalb von Edingen, unterhalb von Ilvesheim, hinter der Ludwigsbrücke.
Jahreszeit:	Am häufigsten gefunden im August, aber auch im März, im September und November.



Form, Anordnung.	Mittelgrosse, sehr oft zu zweien gelagerte, ziemlich dicke Stäbchen.
Beweglichkeit.	Lebhaft nach allen Richtungen des Gesichtsfeldes sich bewegende Stäbchen.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Nach 24 Stunden sind die von der Gelatine eingeschlossenen Kolonien (unter dem Mikroskop betrachtet) als kleine, graubraune, granulierte, scheibenförmige Körperchen sichtbar. Gelangen sie an die Oberfläche, so verflüssigen sie die Gelatine sehr rasch. Man unterscheidet dann im Zentrum der Kolonie in Klümpchen sich zusammentuende und durch Fäden verbundene Bakterienmassen von graubrauner Farbe. Von der Peripherie der Kolonie geht ein feiner Strahlensaum ab.
Gelatine-Stichkultur.	Schnelle, strumpfförmige Verflüssigung; die verflüssigte Gelatine wird dabei weisslich getrübt; in der Mitte bemerkt man einen weisslichen kompakten Zentralfaden. Auf dem Boden des Reagensglases sammelt sich nach und nach ein starker, weisslicher Niederschlag an, an der Oberfläche bildet sich ein weissliches Häutchen. Die getrübte Gelatine klärt sich später.
Traubenzucker-Agar-Platte. (H-Athmosph.)	Runde, weissliche, flach ausgebreitete Kolonien von wenig charakteristischem Aussehen.
Agar-Agar (schräg).	Starker grauweisser Belag; später tritt Braunfärbung desselben ein.
Traubenzucker-Agar-Stich.	Es tritt starke Gasbildung ein.
Glycerin-Agar.	Es entwickelt sich rasch ein dicker, grauweisser, schmieriger Belag dem Strich entlang; derselbe wird später voluminöser und dunkler.
Kartoffel.	Gelbbrauner, ziemlich dicker Belag; später nimmt derselbe einen mehr lachsfarbenen Ton an.
Blutserum.	Schnell sich entwickelnder grauweisser, voluminöser Belag; im Kondenswasser dicke, flockige, weissliche Trübung.

Bouillon.	Nach 24 Stunden tritt eine starke diffuse Trübung auf. Nach und nach sammelt sich am Boden ein weisslicher Niederschlag an. An der Oberfläche des Substrates bildet sich ein Häutchen.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden zu Nitrit reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden reduziert.
Neutralrot.	Wird entfärbt.
Lakmusmolke.	Es tritt starke Säurebildung ein.
Milch.	Wird nach 24 Stunden koaguliert.
Indolbildung.	Wird gebildet.
Temperatur:	Wächst gut bei 22 °, aber auch bei 37 °.
Wachstumsstärke.	Wächst rasch.
Luftbedürfnis.	Fakultativ anaërob.
Farbstoffbildung	Bildet einen bräunlichen Farbstoff.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Aehnlich dem Bac. aquatilis radiatus (Flügge, Microorganismen, Bd. II, S. 315).

VIII.

Fundort:	Oberhalb von der Gelatinefabrik, alte Brücke, neue Brücke, hinter der Heidelberger Insel, unterhalb von Wieblingen, oberhalb von Wieblingen, oberhalb von Edingen, unterhalb von Edingen, unterhalb von Ladenburg, unterhalb von Seckenheim und Ilvesheim, hinter der Ludwigsbrücke.
Jahreszeit:	Kommt häufig im Neckar vor, besonders unterhalb der oben angeführten Ortschaften, wo das Wasser mehr verunreinigt ist; gefunden zu verschiedenen Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst und Winter).

Form, Anordnung.	Stäbchen von mittlerer Grösse, oft zu zweien, längere Ketten seltener.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind lebhaft beweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum. Gelatine-Platte.	Nach 24 Stunden: kleine, runde, bräunliche Scheiben in der Tiefe des Substrates; später werden sie grösser und man kann an ihnen eine Granulierung unterscheiden. Erreicht die Kolonie die Oberfläche des Substrates, so schiebt sich zuerst ein warzenförmiger Fortsatz[1] hervor, der makroskopisch betrachtet grauweiss aussieht und eine ziemliche Höhe erreicht, später kommt der Rest der Kolonie an die Oberfläche und breitet sich daselbst aus. Kolonie ist dann graublau, unregelmässig umrandet, mit etwas prominierendem Nabel. Unter dem Mikroskop kann man ein Furchen- und Liniensystem wahrnehmen.
Gelatine-Stichkultur.	Wachstum im Stichkanal und an der Oberfläche. Auf der letzteren entwickelt sich ziemlich rasch ein graublauer, durchscheinender, unregelmässig umgrenzter Belag. Gelatine opalesziert oft in den oberen Schichten. Sie wird nicht verflüssigt.
Agar-Agar (schräg).	Graublauer, glatter, glänzender Belag, am Rande etwas gekerbt; später mehr grauweiss.
Traubenzucker-Agar-Platte. (H-Athmosph.)	In der Tiefe: kleine runde oder linsenförmige, unter dem Mikroskop bräunliche, feingranulierte Kolonien.
	An der Oberfläche: unregelmässig konturierte, makroskopisch-grauweisse, feuchtglänzende Kolonie, welche, unter dem Mikroskope betrachtet, fein granuliert bräunlich aussieht.
Traubenzucker-Agar-Stich.	Es tritt starke Gasbildung auf.
Glycerin-Agar	Grauweisser, starker Belag. Starke Gasbildung.
Kartoffel	Es entwickelt sich ein dicker, graugelber, später bräunlich werdender Belag.
Blutserum.	Grauweisser, dünner, zerfliessender Belag; das Kondenswasser ist milchig getrübt.

Bouillon.	Nach 24 Stunden: weisse, diffuse Trübung, später scheidet sich auf dem Boden ein weissliches Sediment ab. An der Oberfläche bildet sich ein schwaches Häutchen aus.
Nitratpepton-lösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Nitritpepton-lösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Neutralrot.	Wird entfärbt.
Lakmusmolke.	Es tritt schnell intensive Säurebildung ein.
Milch.	Wird schon nach 24 Stunden koaguliert (von manchen Stämmen erst nach mehreren Tagen).
Indolbildung.	Es wird Indol gebildet.
Temperatur:	Wächst am besten bei 37° C., aber auch bei 22°. Bei 6° sieht man auch noch ein langsames Wachstum.
Wachstums-stärke.	Wächst rasch.
Sauerstoff-bedürfnis.	Fakultativ anaërob.
Farbstoffbildung	Keine.
Pathogenität.	Die für den Versuch verwendeten Kulturen waren in H-Atmosphäre gezüchtet. Sie erwiesen sich für Mäuse und Kaninchen als nicht pathogen.
Bemerkungen.	Scheint mit dem Bac. coli communis (Escherich) identisch zu sein; das Fehlen von Pathogenität wird wohl auf das Kultivieren in H-Atmosphäre zurückzuführen sein.

IX.

Fundort:	Hinter der Heidelberger Insel.
Jahreszeit:	November.
Form, Anord-nung.	Kleine, ziemlich plumpe Stäbchen mit zugespitzten Enden, oft zu zweien liegend; die einander zugekehrten Pole sind öfters abgeplattet.

Beweglichkeit.	Nicht vorhanden.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Nach 24 Stunden sehr kleine, durchsichtige, weissliche, flöckchenähnliche Kolonien. Später werden dieselben etwas grösser, rundlich, hellbraun, fein granuliert. Wachstum ausserordentlich langsam.
Gelatine-Stichkultur.	An der Oberfläche kein Wachstum. Stichkanal schwach entwickelt, zusammengesetzt aus kleinen, gelblichweissen, runden Kolonien. Wachstum ausserordentlich langsam. Gelatine wird nicht verflüssigt.
Traubenzucker-Agar-Platte. H-Athmosphäre.	Die vom Substrat eingeschlossenen Kolonien sind dunkelbraun, grob granuliert, rundlich. Später kann man an ihnen ein dunkles Zentrum, einen bläulich durchscheinenden, irisierenden Saum und eine grobschollige Zwischenzone unterscheiden. An der Oberfläche der Platte: kleine, unregelmässig rundliche, gelbbraune, granulierte Kolonien.
Agar-Agar (schräg).	Sehr langsames, schwaches Wachstum. Hie und da auf dem Substrat einzelne, runde, grauweisse, matte, am Substrat festhaftende kleine Kolonien.
Traubenzucker-Agar.	Starkes grauweisses Wachstum im Stichkanal, keine Gasbildung.
Kartoffel.	Langsam sich entwickelnder, spärlicher, trockener, milchweisser Belag.
Glycerin-Agar.	Sehr schwacher, grauer, durchsichtiger Belag.
Blutserum.	Kein Wachstum.
Bouillon.	Es tritt eine sehr schwach diffuse Trübung auf.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden nicht reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Neutralrot.	Es tritt keine Entfärbung ein.
Lakmusmolke.	Sehr schwache Säurebildung.
Milch.	Wird nicht coaguliert.
Temperatur.	Wächst bei 35° etwas besser als bei 22°.

Wachstumsstärke.	Ausserordentlich langsam.
Luftbedürfnis.	Fakultativ anaërob.
Farbstoffbildung	Keine.
Gramfärbung.	Die Stäbchen färben sich nach Gram.
Pathogenität.	Nicht pathogen für w. Mäuse und Kaninchen.
Bemerkungen.	Aehnlich dem Bacillus Lembkei, doch ist letzterer oblig. aërob. (T. Matzuschita, Bakteriologische Diagnostik.)

X.

Fundort.	Unterhalb Wieblingen, unterhalb von Edingen, oberhalb von Edingen, oberhalb von Ladenburg, unterhalb von Ladenburg.
Jahreszeit.	Gefunden im Frühjahr (März).
Form, Anordnung.	Dicke, plumpe Stäbchen von mittlerer Grösse, oft zu zweien.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind sehr lebhaft beweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Die vom Substrat eingeschlossenen Kolonien stellen sich als rundliche braune Scheiben dar. Erreichen Sie die Gelatineoberfläche, so beginnen sie dieselbe rasch zu verflüssigen. Die Kolonien sind kreisrund und von einer weisslichen, ziemlich durchsichtigen, homogenen Masse ausgefüllt. Am Rande sind die Kolonien feinkörnig.
Gelatine-Stichkultur.	Schnelle strumpfförmige Verflüssigung. Die verflüssigte Gelatine ist mit einer voluminösen weisslichen Masse angefüllt. Die letztere senkt sich auf den Boden, wobei sich die Gelatine klärt. An der Oberfläche entwickelt sich ein weisses Häutchen.
Agar-Agar (schräg).	Es entwickelt sich ziemlich rasch ein grauweisser, nicht besonders reichlicher Belag.
Traubenzucker-Agar.	Es wird kein Gas gebildet.

Kartoffel.	Es entwickelt sich ein zuerst gelbbrauner, später dunkelbraun werdender, trocken glänzender Belag.
Bouillon.	Nach 24 Stunden kommt es zu einer diffusen Trübung. An der Oberfläche bildet sich ein weisses Häutchen. Am Boden sammelt sich nach und nach ein weisser Niederschlag an.
Nitratbouillon.	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Lakmusmolke.	Es wird Alkali gebildet.
Temperatur.	Wächst gut bei 35°, aber auch bei Zimmertemperatur.
Wachstumsstärke.	Wächst rasch.
Luftbedürfnis.	Aërob.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Identisch mit dem Bac. liquefaciens communis (Flügge). Mikroorganismen Bd. II, S. 315.

XI.

Fundort.	Neue Brücke, unterhalb von Ilvesheim, hinter Ludwigsbrücke, unterhalb Wieblingen, oberhalb von Edingen.
Jahreszeit.	Gefunden im Monate August und September.
Form, Anordnung.	Ziemlich plumpe Stäbchen von mittlerer Grösse, an den Polen abgerundet. Die Stäbchen sind öfters zu zweien zusammengelagert.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind beweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Die von der Gelatine eingeschlossenen Kolonien sind gelb bis graubraun fein granuliert. Kommen sie an die Oberfläche, so beginnen sie die Gelatine zu verflüssigen; sie sind dann makroskopisch betrachtet von weisslicher Farbe und unregelmässig umgrenzt.
Gelatine-Stichkultur.	Die Gelatine wird mässig rasch „strumpfförmig“ verflüssigt. Die verflüssigte Gelatine ist weisslich, körnig, ge-

	trübt. Am Boden des verflüssigten Stichkanals sammelt sich eine flockige weisse Bakterienmasse an.
Agar-Agar (schräg).	Starker grauweisser undurchsichtiger Belag dem Strich entlang.
Traubenzucker-Agar.	Traubenzucker wird nicht vergärt.
Kartoffel.	Schwaches bräunliches Wachstum.
Bouillon.	Nach 24 Stunden starke diffuse Trübung, besonders in den oberen Schichten.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Reduziert Nitrite.
Lakmusmolke.	Es tritt Säurebildung ein.
Temperatur.	Wächst gut bei Zimmertemperatur.
Wachstumsstärke.	Mässig rasch.
Luftbedürfnis.	Fakultativ anaërob.
Farbstoffbildung	Nicht vorhanden.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Aehnlich dem Bacillus aquatilis communis und Bac. cloacae (Jordan) beschriebenen bei Flügge. Er produziert aber Säure und bildet kein Häutchen auf verflüssigter Gelatine.

XII.

Fundort.	Oberhalb der Gelatinefabrik, Stiftsmühle, hinter der Insel (Heidelberg), unter Wieblingen, unter Edingen, unter Ladenburg, oberhalb Edingen, unterhalb Ilvesheim, unterhalb der Ludwigsbrücke.
Jahreszeit.	Besonders häufig gefunden im Sommer (August), aber auch im März, September und November.
Form, Anordnung.	Stäbchen von mittlerer Grösse, öfters zu zweien oder einzeln.

Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind sehr lebhaft beweglich und schwärmen nach allen Seiten des Gesichtsfeldes.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Nach 24 Stunden bemerkt man in der Gelatine eingeschlossen kleine runde Kolonien von graubrauner Farbe, mit deutlicher Granulierung. Die Kolonien treten rasch an die Oberfläche, und verflüssigen die Gelatine dellenförmig. Man unterscheidet dann an derselben ein gelbliches kompakteres Zentrum, um welches sich eine weissliche, teils fädige, teils körnige Trübung ausbreitet und die verflüssigte Gelatine anfüllt. An der Peripherie ist die Kolonie deutlich granuliert, besitzt aber keine Ausläufer.
Gelatine-Stichkultur.	Schnelle schlauchförmige Verflüssigung der Gelatine, welche durch grobe weissliche Flocken stark getrübt wird. Nach und nach setzt sich am Boden ein voluminöses gelblichweisses Sediment nieder und die Gelatine klärt sich.
Agar-Agar (schräg).	Starkes grauweisses Wachstum dem Strich entlang; später nimmt der Belag eine bräunliche Farbe an.
Traubenzucker-Agar.	Es tritt starke Gasbildung auf.
Kartoffel.	Zuerst fleischfarbener, später lachsfarbener, bräunlich werdender Belag.
Bouillon.	Nach 24 Stunden tritt starke diffuse Trübung auf, welche später intensiver wird und mit Abscheidung eines Sedimentes einhergeht.
Nitritpeptonlösung.	Reduziert Nitrite.
Nitratbouillon. Nitratpeptonlösung.	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Lakmusmolke.	Es tritt Alkalibildung ein.
Temperatur.	Wachstum gut bei Zimmertemperatur, aber auch bei 35 °.
Wachstumsstärke.	Wächst sehr schnell.
Luftbedürfnis.	Fakultat. Anaërob.
Farbstoffbildung	Bildet einen braunen Farbstoff.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.

Bemerkungen.	Unterscheidet sich von dem Bac. aquatilis communis (Flügge, Mikroorganismen Bd. II) durch die Eigenschaft, auf Traubenzuckeragar Gas zu bilden.

XIII.

Fundort.	Oberhalb der Gelatinefabrik, Stiftsmühle, alte Brücke, unter der Heidelberger Insel, neue Brücke, unterhalb von Wieblingen, oberhalb von Wieblingen, oberhalb von Edingen, unterhalb von Edingen, unterhalb von Ladenburg, unterhalb von Ilvesheim, hinter der Ludwigsbrücke.
Jahreszeit.	Sehr häufig im Neckar gefunden zu den verschiedensten Jahreszeiten, in besonders grosser Zahl an stärker verunreinigten Stellen. Eine der am meisten im Neckar vorkommenden Bakterien.
Form, Anordnung.	Gerade oder auch leicht gekrümmte Stäbchen, oft auch zu zweien, oft im Haufen zusammenliegend, auch kürzere Ketten vorhanden. Die Stäbchen sind ziemlich kurz bis mittelgross und lassen beim Färben oft Polkörner wahrnehmen.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind lebhaft beweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Nach 24 Stunden sind die Kolonien in der Tiefe von rundlicher Form, hellbraun. Treten sie an die Oberfläche, so verflüssigen sie die Gelatine sehr rasch. In diesem Stadium unterscheidet man an der Kolonie eine weissliche gelbliche zentralgelegene Bakterienmasse, welche unregelmässig gestaltet ist. Die Kolonie ist kreisförmig. Die Flüssigkeit in der Kolonie, wie die umgebende Gelatine färben sich grüngelb bis blaugrün und fluoreszieren.
Gelatine-Stichkultur.	Wachstum im Stichkanal nicht stark. An der Oberfläche wird Gelatine rasch dellenförmig verflüssigt. Erreicht die Verflüssigung die Wände des Reagensglases, so geht sie weiter schichtweise vor sich. Manche Kolonien verflüssigen stärker nach der Tiefe zu. Die verflüssigte Gelatine ist anfangs trübe. Am Boden der verflüssigten Zone sieht man eine weisslich bis rötlichgrau gefärbte Bakterienmasse. Die verflüssigte Gelatine, sowie auch die noch nicht verflüssigte färben sich grünlich gelb und fluoreszieren.

Agar-Agar (schräg).	Starker, grauweiser, später bräunlichgrün werdender Belag. Das Substrat färbt sich dabei grünlich, später mehr olivengrün.
Traubenzucker-Agar.	Es wird kein Gas gebildet.
Kartoffel.	Es entwickelt sich ein braungelber Belag.
Bouillon.	Nach 24 Stunden tritt eine Trübung auf, die später intensiver wird, grobflockig; das Substrat färbt sich an der Oberfläche grün; es entwickelt sich ein weisses zerreissliches Häutchen. Nach und nach färbt sich das ganze Substrat grünlich. Am Boden des Röhrchens entwickelt sich ein voluminöser, weisslicher Niederschlag.
Nitratbouillon. Nitratpeptonlösung.	Nitrate werden nicht reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Lakmusmolke.	Es tritt Alkalibildung auf.
Temperatur.	Wachstum am besten bei Zimmertemperatur und bei 22°.
Wachstumsstärke.	Wächst rasch.
Luftbedürfnis.	Obligat aërob.
Farbstoffbildung	Bildet einen blaugrünen fluoreszierenden Farbstoff, oder auch gelbgrünen.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Identisch mit dem Bac. fluorescens liquefaciens (Flügge: Mikroorganismen). Ausser diesem Nitrate nicht angreifendem wurde auch noch ein anderer weniger häufig im Neckar auftretender Bazillus, welcher ebenfalls zur Gruppe des Bac. fluorescens liquefaciens gehört, isoliert, welcher Nitrate reduziert.

XIV.

Fundort.	Hinter der Heidelberger Insel, unterhalb der Ludwigsbrücke.
Jahreszeit.	Gefunden im Monat August.

Form, Anordnung.	Stäbchen von mittlerer Grösse, dünn, oft zu zweien zusammenhängend.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind beweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Die in Gelatine eingeschlossenen Kolonien sind, unter dem Mikroskop betrachtet, zuerst klein, mehr oder weniger rund, scheibenförmig, homogen, schwach gelblich gefärbt. Treten die Kolonien an die Oberfläche, so fangen sie langsam an, die Gelatine zu verflüssigen. Es bildet sich eine kleine, mit gelbgrauer Flüssigkeit gefüllte Delle, in deren Zentrum sich eine grünlich gelbe Bakterienmasse ansammelt.
Gelatine-Stichkultur.	Gelatine wird langsam schichtweise verflüssigt und dabei gelblich getrübt, am Grunde der Verflüssigungszone sammelt sich eine lockere gelbbraune Bakterienmasse an.
Agar-Agar (schräg).	Ziemlich schnell sich ausbreitender gelbgrüner irisierender Belag.
Traubenzucker-Agar.	Es bildet sich kein Gas.
Kartoffel.	Zitronengelber dünner glänzender Belag.
Bouillon.	Die Bouillon wird diffus getrübt. Auf dem Boden des Reagensglases sammelt sich ein gelbliches Sediment an.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Lakmusmolke.	Es tritt Säurebildung ein.
Temperatur.	Wächst ziemlich gut bei 22°.
Wachstumsstärke.	Mässig rasch.
Luftbedürfnis.	Obl. aërob.
Farbstoffbildung	Bildet einen zitronengelben Farbstoff.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Scheinbar identisch mit dem Bac. turcosus (Zimmermann). Turkisfarbener Bazillus, Tataroff. (Matzuschita, Bakteriol. Diagnostik.)

XV.

Fundort.	Oberhalb von der Gelatinefabrik, Karlstor, oberhalb von Ladenburg, oberhalb von Seckenheim.
Jahreszeit.	Gefunden im März.
Form, Anordnung.	Kurze, dicke, oft wie Kokken aussehende Stäbchen. Oft sind sie von bedeutenderer Grösse, so dass kein Zweifel daran sein kann, dass es Stäbchen sind; öfters zu zweien.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind unbeweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Die Kolonien in der Tiefe des Substrates sind rund, scharf umgrenzt, gelbbraun und granuliert. Treten sie an die Oberfläche, so stellen sie sich dem blossen Auge als runde, ziemlich grosse, graugelbe, zuerst gewölbte Kolonien dar. Später werden dieselben mehr concav und lassen einen leicht erhabenen Nabel bemerken, um die Kolonie herum bemerkt man eine schmale Verflüssigungszone.
Gelatine-Stichkultur.	An der Oberfläche entwickelt sich ein weisslichgelber Belag. Im Stichkanal Wachstum ziemlich schwach. Die obere Gelatineschicht wird langsam schalenförmig verflüssigt. An der Oberfläche der verflüssigten Gelatine hält sich eine Zeitlang ein dünnes gelbliches Häutchen, am Boden der Verflüssigungszone sammelt sich ein hellgelber Niederschlag an. Später wird der letztere mehr rötlich neapelgelb.
Agar-Agar.	Es entwickelt sich auf dem Substrat ein starker neapelgelber Belag.
Traubenzucker-Agar.	Es tritt keine Gasbildung ein.
Kartoffel.	Ziemlich rasch entwickelt sich ein gelblicher Belag, dessen Farbe später an Intensität zunimmt.
Bouillon.	Langsam tritt eine schwache Trübung auf, die dann stärker wird. Am Boden des Reagensglases sammelt sich ein gelbliches Sediment an.
Lakmusmolke.	Es tritt schwache Säurebildung ein.
Temperatur.	Wächst gut bei Zimmertemperatur und bei 22 °.

Wachstumsstärke.	Mässig rasch.
Luftbedürfnis.	Obl. aërob.
Farbstoffbildung	Bildet einen neapelgelben Farbstoff.
Gramfärbung.	Die Stäbchen färben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Identisch mit dem Bac. helvolus (Zimmermann): „Die Bakterien unserer Trink- und Nutzwässer" von Zimmermann. Sowie auch T. Matzuschita, Bakter. Diagnostik.

XVI.

Fundort.	Unterhalb von Ladenburg.
Jahreszeit.	Gefunden im August.
Form, Anordnung.	Kurze, dünne, an den Polen zugespitzte Stäbchen, oft zu zweien gelagert. Die Grösse der Stäbchen variiert.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind unbeweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Die Kolonien stellen sich zuerst als gebliche, runde, homogene Scheiben dar. An die Oberfläche gelangt, beginnen sie, die Gelatine zu verflüssigen. Nach mehreren Tagen stellen sie sich als flache, mit einer in konzentrischen Ringen angeordneten grauweissen Masse angefüllte Dellen dar. Das Zentrum ist mit einer gelben Masse angefüllt. Unter dem Mikroskop sieht man, dass das Zentrum aus gelben homogenen Schollen zusammengesetzt ist. Von denselben gehen lange, gewundene, verflochtene Fäden ab. Von der Peripherie der Verflüssigungszone gehen cilienähnliche Ausläufer in die Gelatine hinein.
Gelatine-Stichkultur.	Die Gelatine wird langsam schichtweise verflüssigt, unter starker Trübung. Am Boden der Verflüssigungszone sammelt sich ein eidottergelber lockerer Niederschlag an, die getrübte Gelatine klärt sich später auf.
Agar-Agar (schräg).	Es entwickelt sich zuerst ein gelblicher, später bräunlich gelb werdender, ziemlich dünner, die ganze Agar-Oberfläche überziehender Belag.

Traubenzucker-Agar.	Traubenzucker wird nicht vergährt.
Kartoffel.	Es bildet sich ein trockener, glänzender, intensiv orangegelber Belag. Später wird er etwas mehr bräunlich.
Bouillon.	Nach 24 Stunden tritt eine diffuse weissliche Färbung auf, welche nach und nach sich aufklärt unter Hinterlassung eines gelblichen Sedimentes.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden nicht reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden reduziert.
Lakmusmolke.	Es tritt Säurebildung ein.
Temperatur.	Wächst gut bei Zimmertemperatur.
Wachstumsstärke.	Mässig rasch.
Luftbedürfnis.	Obligat aërob.
Farbstoffbildung	Bildet einen gelben Farbstoff.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Mit keinem von den beschriebenen zu identifizieren.

XVII.

Fundort.	Oberhalb der Gelatinefabrik, Stiftsmühle, neue Brücke, hinter der Insel (Heidelberg), unter Wieblingen, oberhalb von Edingen, unter Ilvesheim, unterhalb Ladenburg, hinter der Ludwigsbrücke.
Jahreszeit.	Sehr oft im Neckar zur Sommerzeit gefunden. Seltener im März.
Form, Anordnung.	Ziemlich kleine Stäbchen, einzeln, zu zweien, aber auch lange Ketten bildend.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind unbeweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Kleine, unregelmässig gestaltete, wie aus groben gelblichen Schollen zusammengesetzte Kolonie. An die Oberfläche der Platte gelangt, verflüssigen sie die Gelatine mässig

	rasch und man kann an ihnen jetzt ein grobscholliges unregelmässig gestaltetes Zentrum unterscheiden, das mehr oder weniger intensiv gelb gefärbt ist. Von diesem Zentrum gehen lockig gewundene, oft wie gebrannte Haare aussehende Fäden in die verflüssigte Gelatine hinein.
Gelatine-Stichkultur.	Nach 36—48 Stunden sieht man an der Oberfläche und im Stichkanal eine mässig rasch sich entwickelnde Verflüssigung der Gelatine. Von der dellenförmig verflüssigten Oberfläche gehen lockenförmig gewundene Ausläufer in das Substrat hinein und verflüssigen es nach und nach. Die verflüssigte Gelatine ist trüb, man bemerkt in derselben weisse flockige Massen. Am Boden sammelt sich eine gelbe Bakterienmasse an.
Agar-Agar (schräg).	Ziemlich schnelles Wachstum. Zuerst lehmfarben, später rotbraun, glasig, viscös.
Traubenzucker-Agar.	Es wird kein Gas gebildet.
Kartoffel.	Eidottergelber, glänzender, sich flach ausbreitender Belag; später mehr bräunlich.
Bouillon.	Nach 24 Stunden starke diffuse Trübung. Am Boden sammelt sich nach und nach eine gelbliche Bakterienmasse an. An der Oberfläche entwickelt sich ein graugelbes bis bräunliches Häutchen.
Nitratbouillon.	Nitrate werden nicht reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Lakmusmolke.	Es tritt Alkalibildung ein.
Temperatur.	Wachstum am besten bei Zimmertemperatur.
Wachstumsstärke.	Wächst ziemlich rasch.
Luftbedürfnis.	Obligat aërob.
Farbstoffbildung	Bildet einen rötlich braunen Farbstoff.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Aehnlich dem Bacillus flavofuscus (Bac. No. 9, Lembke): Matzuschita, Bakteriol. Diagnostik.

XVIII.

Fundort.	Hinter der Heidelberger Insel, hinter der Ludwigsbrücke.
Jahreszeit.	Gefunden im August.
Form, Anordnung.	Ziemlich kleine, dünne Stäbchen in Haufen, einzeln oder zu zweien liegend. Längere Ketten nicht sichtbar.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen bewegen sich lebhaft, um ihre Längsachse rotierend.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Die langsam wachsenden Kolonien sind in der Tiefe der Gelatine klein, rundlich, schwach gelblich gefärbt, durchsichtig und homogen. Erreichen sie die Oberfläche, so nehmen sie eine unregelmässig gezackte Form an, sind makroskopisch zuerst bläulich durchscheinend, später gelbgräulich. Unter dem Mikroskop: Um das Zentrum herum gelb, grob granuliert, chagrinähnlich, gegen die Peripherie zu heller werdend, durchsichtig. Die Kolonie sinkt langsam in die Gelatine hinein. Endlich stellt sie sich als kleine Vertiefung dar, an deren Boden eine grünlichgelbe Masse angesammelt ist. Die Kolonie ist makroskopisch einer „Typhuskolonie“ ähnlich.
Gelatine-Stichkultur.	Langsam entwickelt sich ein Wachstum im Stichkanal und an der Oberfläche. Der Oberflächenbelag zeigt keine Tendenz zu starker Ausbreitung; er ist graubläulich und sinkt langsam in die Gelatine ein.
Agar-Agar (schräg).	Nach und nach bedeckt sich die Agaroberfläche mit runden, ziemlich grossen, zuerst graugelblichen, später mehr grünlichen, teils zusammenfliessenden, glänzenden Kolonien.
Traubenzucker-Agar.	Es wird keine Gasbildung bemerkt.
Kartoffel.	Es entwickelt sich ein zuerst graugelber, später grünlichbraun werdender glänzender Belag.
Bouillon.	Nach 24 Stunden schwache diffuse Trübung, welche später an Intensität zunimmt. An der Oberfläche entwickelt sich ein ziemlich dünnes, an verschiedenen Stellen grobschollige Verdickungen aufweisendes weissliches Häutchen. Am Boden sammelt sich ein Sediment an.

Nitratpepton-lösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Nitritpepton-lösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Lakmusmolke.	Zuerst tritt schwache Säurebildung, dann Alkalibildung ein.
Temperatur:	Wächst gut bei 22°.
Wachstums-stärke:	Wächst mässig rasch.
Luftbedürfnis:	Obl. aërob.
Farbstoffbildung	Es wird ein grüngelber Farbstoff gebildet.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Dem Bacillus Gonermanni sehr ähnlich. (Bac. tuberigenus 2. Gonermann.) T. Matzuschita, Bakteriol. Diagnostik. S. 116.

XIX.

Fundort.	Unterhalb von Ladenburg, unterhalb von Wieblingen, hinter der Heidelberger Insel.
Jahreszeit.	Gefunden im August.
Form, Anordnung.	Mittelgrosse, ziemlich schlanke Stäbchen, auch in kürzeren Ketten.
Beweglichkeit.	Sehr lebhaft bewegliche Stäbchen.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Die von der Gelatine eingeschlossenen Kolonien sind klein, rund, scharf umgrenzt, bräunlich, fein granuliert. Treten sie an die Oberfläche, so bilden sie zuerst eine stark prominierende warzenförmige Excrescenz, um welche sich dann ein graublauer, transparenter, fein gezackter, coli- resp. typhusähnlicher Belag ausbreitet. Nachdem die Kolonie eine gewisse Grösse erreicht hat, sinkt sie langsam ein, die Gelatine wird verflüssigt, bis die Kolonie sich endlich als ein mit braungelber Flüssigkeit angefüllter Napf präsentiert.
Gelatine-Stich-kultur.	Im Stichkanal schwaches Wachstum. An der Oberfläche entwickelt sich zuerst ein graublauer Belag. Die Gela-

	tine wird ziemlich langsam schalenförmig verflüssigt. In der verflüssigten Gelatine sieht man eine gelbe kompakte Bakterienmasse. Die ganze Gelatine wird nach und nach teigig verflüssigt, die Bakterienansammlung nimmt eine gallertige, fadenziehende Konsistenz an. Die Gelatine färbt sich grünlich.
Agar-Agar (schräg).	Es entwickelt sich ein zuerst grauweisser Belag. Er ist dünn und gegen die Peripherie zu besitzt er eine feingekerbte Umrandung. Später wird er grünlich-grau.
Kartoffel.	Bräunlicher, flacher, glänzender Belag.
Bouillon.	Nach 24 Stunden schwache, weisse, diffuse Trübung, später wird dieselbe stärker, an der Oberfläche entwickelt sich ein ziemlich dickes weisses Häutchen, am Boden sammelt sich ein gelblich-weisser Niederschlag an.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Traubenzucker-Agar.	Es wird kein Gas gebildet.
Lakmusmolke.	Es wird Alkali gebildet.
Temperatur.	Wächst gut bei Zimmertemperatur.
Wachstumsstärke:	Wächst ziemlich schnell.
Luftbedürfnis.	Obligat aërob.
Farbstoffbildung	Bildet keinen Farbstoff.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Aehnlich dem Bac. Sulcatus liquefacius (Kruse) beschrieben bei Flügge (Mikroorganismen Bd. II).

XX.

Fundort.	Stiftsmühle, oberhalb von Ladenburg, oberhalb von Wieblingen.
Jahreszeit.	Gefunden im Dezember und März.
Form, Anordnung.	Stäbchen von variabler Grösse, gewöhnlich mittelgross, oft zu zweien.

Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind beweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	In der Tiefe des Substrates sind die Kolonien rund, granuliert, mit feinen Ausläufern besetzt. Erreichen sie die Oberfläche der Platte, so beginnen sie dieselbe mässig rasch zu verflüssigen. Die Gelatine um die Kolonie herum ist oft weisslich getrübt. Am Boden der verflüssigten Gelatine sammelt sich ein grauvioletter, später violett werdender Bodensatz.
Gelatine-Stichkultur.	Die Gelatine wird trichterförmig verflüssigt. Die verflüssigte Gelatine ist getrübt und mit grauweissen Bakterienmassen angefüllt, welche an der Oberfläche mehr grauviolett gefärbt ist. Am Boden sammelt sich nach und nach ein an Intensität der Farbe zunehmendes violettes Sediment.
Agar-Agar (schräg).	Es entwickelt sich ein intensiver, schwarzvioletter, trocken glänzender, zuerst glatter, später runzeliger Belag.
Traubenzucker-Agar.	Es wird kein Gas gebildet.
Kartoffel.	Es entwickelt sich ein ziemlich reichlicher schwarzvioletter Belag.
Bouillon.	Wird diffus getrübt. Nach und nach sammelt sich am Boden ein zuerst grauweisser, später violetter Niederschlag.
Nitratbouillon.	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Lakmusmolke.	Es tritt Säurebildung ein.
Temperatur.	Wächst gut bei 22°.
Wachstumsstärke.	Mittelmässig rasch.
Luftbedürfnis.	Fak. anaërob.
Farbstoffbildung	Bildet einen violetten Farbstoff.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Identisch mit dem Bac. violaceus Laurentius (Jordan). A. Matzuschita, Bakteriolog. Diagnostik.

XXI.

Fundort.	Oberhalb von Edingen.
Jahreszeit.	Gefunden im August.
Form, Anordnung.	Ziemlich plumpe, kurze Stäbchen, lange Ketten bildend, oft wie Streptokokken aussehend. Die gefärbten Stäbchen weisen eine charakteristische Polfärbung auf.
Beweglichkeit.	Die einzelnen Stäbchen sind träge beweglich; die Ketten ebenfalls.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Die im Substrat eingeschlossenen Kolonien sind klein, rundlich, scharf umgrenzt, von bräunlicher Farbe und feingekörnt. Erreichen sie die Oberfläche, so bestehen sie mitunter aus einer zentralen, bräunlichen, granulierten Masse, von welcher radienförmige, ziemlich lange, verzweigte Ausläufer abgehen. Gewöhnlich sind die Kolonien grau, bläulich durchscheinend, granuliert, mit einem etwas dunkleren, exzentrisch gelagerten Nabel und einem von demselben abgehenden, deutlich ausgeprägten Furchen- und Liniensystem. (Typhusähnlich.)
Gelatine-Stichkultur.	Stichkanal ist gut entwickelt. An der Oberfläche bildet sich ein grauer, durchsichtiger, glänzender Belag, mit zackigem, gelapptem Rand.
Agar-Agar (schräg).	Unter ziemlich raschem Wachstum entwickelt sich ein körniger, ziemlich voluminöser, grauweisser Belag.
Traubenzucker-Agar.	Es tritt starke Gasbildung ein.
Kartoffel.	Schnell wachsender, dicker, glänzender, grauweisser Belag. In demselben treten später Gasblasen auf.
Bouillon.	Nach 24 Stunden starke, grobkörnige Trübung. Das Sediment setzt sich dann an den Wänden und am Boden des Glases als flockige Masse ab. An der Oberfläche der Bouillon kommt es zur Bildung eines Häutchens.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Lakmusmolke.	Es tritt Säurebildung ein; später Alkalibildung.

Temperatur.	Wächst gut bei Zimmertemperatur, aber auch bei 35 °.
Wachstumsstärke.	Mässig rasch.
Luftbedürfnis.	Fakultativ anaërob.
Farbstoffbildung	Nicht vorhanden.
Gramfärbung.	Die Stäbchen färben sich teilweise, zum Teil entfärben sie sich.
Bemerkungen.	Gehört zur Gruppe der hämorrhagischen Septikämie.

XXII.

Fundort.	Oberhalb von der Gelatinefabrik, neue Brücke, hinter der Heidelberger Insel, Stiftsmühle, oberhalb von Wieblingen, unterhalb von Wieblingen, oberhalb von Edingen, unterhalb von Edingen, unterhalb von Ladenburg, unterhalb von Ilvesheim, hinter der Ludwigsbrücke.
Jahreszeit.	Gefunden zu den verschiedensten Jahreszeiten. Im Januar, März, Anfang August, September, November. Ausserordentlich verbreitet im Neckar, besonders häufig an stark verunreinigten Stellen auftretend.
Form, Anordnung.	Ziemlich kurze, oft aber auch längere dicke Stäbchen, einzeln, zu zweien, aber auch in kurzen Ketten aus mehreren Individuen.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind unbeweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Die im Substrate eingeschlossenen Kolonien sind gew. rundlich, graubraun, grobgranuliert. Erreichen sie die Oberfläche, so stülpen sie sich zuerst warzenförmig über das Substrat vor, erreichen dabei eine ziemliche Höhe und breiten sich dann auf demselben aus. Sie sind dann grauweiss, kompakt, mehr oder weniger undurchsichtig, lappig oder zackig umgrenzt. Unter dem Mikroskop sind sie besonders gegen das Zentrum zu graubraun und grob granuliert und lassen ein Furchen- und Liniensystem unterscheiden (coliähnlich). Die Kolonien irisieren stark.

Gelatine-Stichkultur.	Stichkanal entwickelt sich ziemlich gut. Auf der Oberfläche ein unregelmässig gezackter, durchscheinender, graublauer Belag, welcher später mehr voluminös und opak wird. Die Gelatine ist oft in den oberen Schichten opaleszierend.
Agar-Agar (schräg).	Grauweisser, mehr oder weniger voluminöser Belag.
Traubenzucker-Agar.	Es tritt intensive Gasbildung ein.
Kartoffel.	Dicker, weicher, graugelber, später bräunlich werdender Belag.
Bouillon.	Nach 24 Stunden entsteht eine diffuse weissliche Trübung, welche später intensiver wird. Am Boden des Reagensglases sammelt sich ein weisslicher Niederschlag an, an der Oberfläche bildet sich ein dünnes, zerreissliches Häutchen.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Lakmusmolke.	Es tritt schnell eine intensive Säurebildung ein.
Indolbildung.	Indol wird nicht gebildet.
Temperatur.	Wachstum gleich gut bei 22 ° und 35 °.
Wachstumsstärke.	Wächst schnell.
Luftbedürfnis.	Fakultativ anaërob.
Farbstoffbildung	Keine.
Gramfärbung	Entfärbt sich nach Gram.
Bemerkungen.	Da das Stäbchen, obwohl coliähnlich, keine Eigenbewegung besitzt, auch kein Indol bildet, so gehört es in die Gruppe des Bac. aërogenes hinein.

XXIII.

Fundort.	Oberhalb der Gelatinefabrik, hinter der Heidelberger Insel, oberhalb von Wieblingen, unterhalb von Edingen, hinter der Ludwigsbrücke.

Jahreszeit.	Gefunden im März, August September, November. Im Neckar nicht besonders häufig gefunden.
Form, Anordnung.	Ziemlich dicke Stäbchen von mittlerer Grösse mit abgerundeten Enden, oft in Haufen zusammenliegend.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind unbeweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatineplatte.	Die in der Tiefe des Substrates sich befindende Kolonie ist rund, gelblich gefärbt und scharf umgrenzt. Nach und nach gelangt sie an die Oberfläche der Gelatine und breitet sich da als weisslicher, unregelmässig umgrenzter, „coliähnlicher" Belag aus. Die Gelatine um die Kolonie herum ist grün gefärbt, fluoreszierend.
Gelatine-Stichkultur.	Im Stichkanal Wachstum schwach. An der Oberfläche entwickelt sich ziemlich langsam ein grauweisser, unregelmässig umgrenzter Belag. Gelatine wird gelbgrün gefärbt und fluoresziert stark. Es tritt keine Verflüssigung der Gelatine ein.
Agar-Agar (schräg).	Nach und nach entwickelt sich ein dicker, grauweisser Belag auf der Agaroberfläche, welcher später bräunlich wird.
Traubenzucker-Agar	Es wird kein Gas gebildet.
Kartoffel	Zuerst ziemlich dünner, schmutzig-fleischfarbener, dann mehr gelbbrauner Belag.
Bouillon.	Nach 24 Stunden schwache diffusse Trübung der Flüssigkeit, welche später intensiver wird. Am Boden sammelt sich eine grauweisse Bakterienmasse an. An der Oberfläche der besonders in den oberen Schichten stark grün gefärbten Flüssigkeit entwickelt sich ein dünnes Häutchen. Die Bouillon fluoresziert stark.
Nitratbouillon. Nitratpeptonlösung.	Nitrate werden nicht reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Lakmusmolke	Es tritt Alkalibildung ein.
Temperatur.	Wächst gut bei Zimmertemperatur.

Wachstumsstärke.	Mässig rasch.
Luftbedürfnis.	Obligat aërob.
Farbstoffbildung	Erzeugt einen grünlichgelben fluoreszierenden Farbstoff.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Identisch mit dem Bac. fluorescens non liquifaciens immobilis (Eisenberg); beschrieben bei Flügge (Mikroorganismen Bd. II).

XXIV.

Fundort.	Oberhalb der Gelatinefabrik, hinter der Heidelberger Insel, oberhalb von Wieblingen, oberhalb von Edingen, unterhalb von Edingen, hinter der Ludwigsbrücke.
Jahreszeit.	Zu verschiedenen Jahreszeiten im Neckar gefunden; in grösserer Anzahl an verunreinigten Stellen. Kommt im Neckar ziemlich häufig vor.
Form, Anordnung.	Mittelgrosse, ziemlich dünne Stäbchen mit abgerundeten, etwas spitz zulaufenden Enden. Oft in Haufen angeordnet oder zu zweien zusammenliegend.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind lebhaft beweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Innerhalb der Gelatine ist die Kolonie zuerst als kleines, kugeliges Gebilde von weisslicher Farbe (unter dem Mikroskop graubraun, granuliert) bemerkbar. Erreicht sie die Oberfläche der Gelatine, so breitet sich die Kolonie auf derselben als weisslicher, unregelmässig zackig umgrenzter, mit der Zeit dick und schmierig werdender Belag aus. Die Gelatine um die Kolonie herum ist blaugrün gefärbt und fluoresziert.
Gelatine-Stichkultur.	Entwicklung im Stichkanal schwach. An der Oberfläche der Gelatine entwickelt sich allmählich ein mehr oder weniger dicker, weisser, gelappter Belag, welcher später bräunlich wird. Gelatine ist grün gefärbt, besonders stark in den oberen Schichten und fluoresziert. Gelatine wird n i c h t verflüssigt.

Agar-Agar (schräg).	Es entwickelt sich ein mehr oder weniger starker, grauweisser Belag. Das Substrat färbt sich grünlich.
Traubenzucker-Agar.	Es wird kein Gas gebildet.
Kartoffel.	Bräunlicher, feuchter, dicker Belag; später wird er rötlichbraun.
Bouillon:	Wird diffus getrübt; obere Schicht wird zuerst blaugrün gefärbt, dann färben sich auch die unteren Schichten gelbgrün. An der Oberfläche Andeutung von Häutchenbildung.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon	Nitrate werden nicht reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Lakmusmolke.	Es tritt Alkalibildung ein.
Temperatur.	Wächst gut bei Zimmertemperatur.
Wachstumsstärke.	Mässig rasch.
Luftbedürfnis.	Obligat. aërob.
Farbstoffbildung	Es wird ein grüner, fluoreszierender Farbstoff gebildet.
Gramfärbung.	Die Stäbchen entfärben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Identisch mit dem Bac. fluorescens non liquefaciens mobilis, Bac. fluorescens tenuis (Zimmermann).

XXV.

Fundort.	Hinter der Insel (Heidelberg).
Jahreszeit.	Gefunden im August.
Form. Anordnung.	Dünne lange Stäbchen, gew. in langen Ketten, resp. Fäden angeordnet.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind unbeweglich.
Sporenbildung.	Es bilden sich ovale, in der Mitte der Stäbchen liegende grosse Sporen.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Zuerst bemerkt man von der Gelatine eingeschlossene kleine, grauweisse, kompakte, undurchsichtige, grobgranulierte Kolonien. An der Oberfläche angelangt, breiten sie sich

	als unregelmässig gezackte, hauchförmige, graublaue, durchscheinende Kolonien aus. Unter dem Mikroskop kann man eine Granulierung wahrnehmen, sowie ein zierliches System von dunkleren Rippen und Linien unterscheiden. Die Kolonie sieht matt und trocken aus und sinkt, ohne deutliche Verflüssigung zu zeigen, etwas in das Substrat ein.
Gelatine Stichkultur.	Im Stichkanal schwaches Wachstum. An der Oberfläche hauchförmiger, graublauer, transparenter, fest der Gelatine anhaftender Belag mit gezackten Rändern. Nach und nach färbt sich die Gelatine goldgelb, sinkt halbkugelig ein und nimmt eine teigige Konsistenz an.
Agar-Agar (schräg).	Schnell sich entwickelnder, grauweisser Belag mit einer helleren, transparenten peripheren Zone.
Traubenzucker-Agar.	Es tritt keine Gasbildung ein.
Kartoffel.	Dicker, grauer, krümeliger Belag.
Bouillon.	Es tritt Trübung ein unter Abscheidung eines weisslichen Niederschlages. An der Oberfläche bildet sich ein dünnes, weissliches Häutchen. Die Trübung klärt sich sehr rasch auf.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden nicht reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Lakmusmolke.	Sehr langsame Alkalibildung.
Temperatur.	Wächst gut bei Zimmertemperatur.
Wachstumsstärke.	Mässig rasch.
Luftbedürfnis.	Obligat. aërob.
Farbstoffbildung	Nicht vorhanden.
Gramfärbung.	Die Stäbchen färben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Wachstum auf Gelatineplatte ähnlich wie bei Bac. oxalaticus (Zopf). (Matzuschita, Bakter. Diagnostik.) Unterscheidet sich aber von diesem durch Fehlen von Eigenbewegung und Kultur auf Kartoffel.

XXVI.

Fundort.	Stiftsmühle, hinter der Insel (Heidelberg), unterhalb Edingen, unterhalb der Ludwigsbrücke.
Jahreszeit.	Gefunden im August öfter als im Monat März.
Form, Anordnung.	Grosse, ziemlich dicke, oft lange Ketten und Fäden bildende Stäbchen mit abgerundeten Enden.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen sind beweglich.
Sporenbildung	Zentral gelegene, ovale Sporen. Auskeimung der Sporen senkrecht zur Längsachse des Stäbchens.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Zuerst stellt sich die Kolonie in Gelatine als kleines, kugeliges Gebilde dar, sobald sie an die Oberfläche tritt, verflüssigt sie die Gelatine schalenförmig; sie sieht dann, makroskopisch betrachtet, grauweiss aus. Unter dem Mikroskop kann man dann folgendes unterscheiden: Die Kolonie stellt sich als feinfädige Masse dar, im Zentrum sieht man eine dichtere Ansammlung derselben; von der Peripherie der Kolonie gehen feine, haarförmige Fortsätze ab. Die Peptonisierung der Gelatine schreitet schnell vorwärts.
Gelatine-Stichkultur.	Die Gelatine wird schnell verflüssigt, wobei an der Oberfläche sich ein weisses Häutchen bildet, die verflüssigte Gelatine ist zuerst getrübt, klärt sich aber später, während am Boden des Röhrchens eine zusammengeballte flockige, weisse Masse sich ansammelt.
Agar-Agar (schräg).	Schnell sich ausbreitender weisser, trockener Belag, welcher sich später in Querfalten legt.
Traubenzucker-Agar.	Traubenzucker wird n i c h t vergärt.
Kartoffel.	Dicker, grauweisser Belag, welcher sich später in Falten legt.
Bouillon.	Wird zuerst diffus getrübt, doch klärt sie sich bald, indem auf dem Boden sich ein starker weisslicher Niederschlag abscheidet und an der Oberfläche ein mehr oder weniger dickes Häutchen sich bildet.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon	Nitrate werden nicht reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.

Lakmusmolke	Wird mit der Zeit schwach alkalisch
Temperatur.	Wächst gut bei 22°.
Wachstums-stärke.	Wächst rasch.
Luftbedürfnis.	Oblig. aërob.
Farbstoffbildung	Keine.
Gramfärbung	Die Stäbchen färben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Der Bazillus ist identisch mit dem bei Flügge (Mikroorganismen, Bd. II) beschriebenen Bacil. subtilis (Ehrenberg).

XXVII.

Fundort.	Hinter der Heidelberger Insel.
Jahreszeit.	Gefunden im Monat August.
Form, Anordnung.	Ziemlich grosse Stäbchen, sehr oft lange Fäden bildend; die Stäbchen sind an den Polen leicht abgerundet.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen bewegen sich langsam; die Fäden sind gew. unbeweglich.
Sporenbildung.	Bildet grosse, ovale, in der Mitte der Stäbchen gelegene Sporen.
Wachstum. Gelatine-Platte.	Die von der Gelatine eingeschlossenen Kolonien stellen sich zuerst als kleine weisse Einlagerungen von rundlicher Form dar. Unter dem Mikroskop: ziemlich unregelmässig umgrenzte, gelbbraune, homogene Häufchen. Treten die Kolonien an die Oberfläche, so verflüssigen sie die Platte sehr rasch. An der verflüssigenden Kolonie kann man ein (unter dem Mikroskop) graues, krümeliges Zentrum, von welchem kurze, gewundene Ausläufer in die trübe, weissliche, verflüssigte Gelatine hineinragen, unterscheiden. Ist die Platte vollkommen verflüssigt, so schwimmt auf ihr ein weissliches Häutchen.
Gelatine-Stichkultur.	Die Gelatine wird sehr schnell verflüssigt, unter Bildung eines voluminösen, den Boden ziemlich hoch bedeckenden Niederschlages von weisslicher Farbe. An der Oberfläche entwickelt sich ein ziemlich kompaktes, weisses Häutchen. Die verflüssigte Gelatine ist zuerst trüb, klärt sich aber später auf.

Agar-Agar (schräg).	Es entwickelt sich ein starker, grauweisser, matt glänzender, sich faltender Belag.
Traubenzucker-Agar.	Es tritt keine Gasbildung ein.
Kartoffel.	Es bildet sich ein weisslichgrauer, dicker, sich in Falten legender Belag aus.
Bouillon.	Trübt sich stark. Am Boden sammelt sich ein ziemlich reichlicher Niederschlag an; an der Oberfläche bildet sich ein kompaktes Häutchen aus.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon	Nitrate werden zu Nitrit reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden reduziert.
Lakmusmolke	Es wird Alkali gebildet.
Temperatur.	Wächst gut bei 22 °.
Wachstumsstärke.	Wächst rasch.
Luftbedürfnis.	Obligat. aërob.
Farbstoffbildung	Nicht vorhanden.
Gramfärbung.	Die Stäbchen färben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Aehnlich dem Bac. mesentericus vulgatus (Flügge); Matzuschita, Bact. Diagnostik, Flügge, Mikroorganismen Bd. II S. 199, reduziert aber Nitrate.

XXVIII.

Fundort.	Oefters aus dem Heidelberger Mühlkanalwasser gezüchtet.
Jahreszeit.	Gefunden im März und September.
Form, Anordnung.	Sehr kleine Stäbchen, an den Enden zugespitzt. An vielen Individuen lange Ausläufer (nicht Geisseln) bemerkbar. Das mit den Ausläufern versehene Stäbchenende färbt sich intensiv, der entgegengesetzte Pol bleibt gewöhnlich ungefärbt; es kann aber auch der umgekehrte Fall vorkommen. Die vom Stäbchen ausgehenden Ausläufer sind oft verzweigt und kommen diese Verzweigungen gerade so gut im dem flüssigen, wie auf den festen (Nitritagar) Nährböden zu stande. Die Gruppierung der Stäbchen ist oft pa-

	lissadenförmig. Stäbchen ohne Ausläufer färben sich homogen.
Beweglichkeit.	Die Stäbchen scheinen unbeweglich zu sein.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Nitritagar.	Am 8. Tage bemerkt man auf dem Substrat ausserordentlich kleine bräunliche, mit einem dunkleren Zentrum und einer wie filzförmig zersaust aussehenden peripheren Zone. Die Kolonien sind trocken, haften fest am Substrat und wachsen sehr langsam.
Gelatine-Stichkultur.	Es entwickelt sich kein Wachstum.
Agar-Agar (schräg).	Ausserordentlich spärliches Wachstum aus kleinen durchsichtigen punktförmigen Kolonien bestehend.
Traubenzucker-Agar.	Kein Wachstum; keine Gasbildung.
Bouillon.	Bleibt vollkommen klar, unverändert.
Nitratbouillon.	Nitrate werden nicht reduziert; Bouillon klar.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Winogradsky's NH_3-haltige Salzlösung.	Die Organismen entwickeln sich gut und rasch, es tritt aber keine Oxydation des NH_3 zu N_2O_3 ein.
Nitritlösung (Winogradsky).	Die Organismen nehmen an Zahl zu; salpetrige Säure wird aber nicht zu N_2O_5 oxydiert.
Temperatur.	Wächst bei Zimmertemperatur, aber auch bei 35 ^{0}.
Wachstumsstärke.	Wächst langsam.
Luftbedürfnis.	Oblig. aërob.
Farbstoffbildung	Nicht vorhanden.
Gramfärbung.	Anwendbar.
Bemerkungen.	Scheinbar identisch mit dem sog. „Nitrosobakterium formae Novae" (Rullmann). Früher von Rullmann als NH_3-oxydierender Organismus angesehen, was von ihm später aber berichtigt wurde.

XXIX.

Fundort..	Hinter der Heidelberger Insel.
Jahreszeit.	Gefunden im November.
Form, Anordnung.	Auf festen Substraten in Form von Diplokokken, oft von ovoider Gestalt; auch in Haufen. In Bouillon in Form von in oft sehr langen Ketten angeordneten Kokken.
Beweglichkeit.	Nicht vorhanden.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Die von der Gelatine eingeschlossenen Kolonien stellen sich zuerst als kleine graubraune, durchscheinende unregelmässig gestaltete, oft wie „Schneeflocken“ aussehende Häufchen dar. Später nehmen sie die Form weisslicher, kompackter, höckeriger Kügelchen an. Nach und nach bekommen sie das Aussehen, als wären sie aus mehreren auf einander gelagerten Rosetten zusammengesetzt.
Gelatine-Stichkultur.	Sehr langsam sich entwickelndes weisses Wachstum im Stichkanal. An der Oberfläche kein Wachstum. Gelatine wird nicht verflüssigt.
Traubenzucker-Agar-Platte.	Kleine, runde, graubraune, leicht erhabene, ziemlich grob granulierte Kolonien.
Agar-Agar (schräg).	Sehr langsames Wachstum. Kolonien entwickeln sich vereinzelt längs dem Strich. Sie sind kompakt und hängen ziemlich fest mit dem Substrat zusammen.
Traubenzucker-Agar	Starkes Wachstum im Stichkanal; keine Gasbildung.
Glycerin-Agar	Dünner, grauweisser, durchsichtiger Belag.
Kartoffel.	Langsam wachsender, dünner, weisser, trockener, sich wenig von der Kartoffeloberfläche abhebender Belag.
Blutserum.	Schwaches, flach ausgebreitetes Wachstum aus einzelnen kleinen runden Kolonien zusammengesetzt. Kondenswasser getrübt.
Bouillon.	Es tritt eine diffuse Trübung und Bildung von Flocken auf. Am Boden sammelt sich ein weisslicher Niederschlag an.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden nicht reduziert.

Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Neutralrot.	Wird nicht entfärbt.
Lakmusmolke.	Es wird Säure gebildet.
Milch.	Nach 5 Tagen tritt Coagulation ein.
Temperatur.	Wachstum bei 35° rascher als bei 22°.
Wachstumsstärke.	Wächst langsam.
Luftbedürfnis.	Wächst anaërob. gerade so gut wie bei Luftzutritt.
Farbstoffbildung	Nicht vorhanden.
Gramfärbung.	Die Kokken färben sich nach Gram.
Pathogenität.	Nicht pathogen für Mäuse und Kaninchen.
Bemerkungen.	Unterscheidet sich von dem Streptococcus Magnus (Henrici) nur dadurch, dass er Bouillon trübt. Migula: System der Bakterien. Matzuschita: Bakteriologische Diagnostik, S. 410.

XXX.

Fundort.	Unter der Heidelberger Insel, unterhalb Wieblingen, unterhalb von Ilvesheim. Karlstor, oberhalb von Wieblingen, oberhalb von Ladenburg, hinter der Ludwigsbrücke.
Jahreszeit.	Gefunden im März, August und September. Scheint im Frühjahr häufiger vorzukommen.
Form, Anordnung.	Ziemlich grosse Kokken, oft zu zweien gelegen.
Beweglichkeit.	Nicht vorhanden.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	In der Tiefe stellen sich die Kolonien als kleine, runde, bräunliche, ziemlich fein granulierte Körper dar. Gelangen sie an die Oberfläche, so prominieren sie über dieselbe warzenförmig. Der noch in der Gelatine sich befindliche Teil der Kolonie erreicht später die Oberfläche und breitet sich auf derselben als graublauer, später weisslich und un-

	durchsichtig werdender Belag aus. Die Ränder desselben sind unregelmässig gezackt, die Kolonie sieht „cañähnlich" aus.
Gelatine-Stichkultur.	Im Stichkanal grauweisses Wachstum. An der Oberfläche entwickelt sich ein graublauer, durchsichtiger, später mehr opak werdender Belag aus. Gelatine wird nicht verflüssigt.
Agar-Agar (schräg).	Grauweisser, dicker, glänzender Belag, zusammengesetzt aus vielen runden, lange Zeit nicht konfluierenden Kolonien.
Traubenzucker-Agar.	Es wird kein Gas gebildet.
Kartoffel.	Dicker, schmieriger, glänzender, gelbbrauner Belag.
Bouillon.	Zuerst wird dieselbe diffus getrübt, später bildet sich an der Oberfläche ein weisses, leicht zerreissliches Häutchen, am Boden sammelt sich ein weissliches Sediment.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden n i c h t reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Lakmusmolke.	Es wird Alkali gebildet (sehr schwach).
Temperatur.	Wächst gut bei 22°.
Wachstumsstärke.	Wächst ziemlich rasch.
Luftbedürfnis.	Obl. aërob.
Farbstoffbildung	Keine.
Gramfärbung.	Die Kokken entfärben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Vielleicht identisch mit dem Bac. Subcoceoideus (Bac. aquatilis suleatus III Weichselbaum). T. M a t z u s c h i t a, Bakteriologische Diagnostik.

XXXI.

Fundort.	Oberhalb der Gelatinefabrik, unterhalb von Edingen, oberhalb von Ladenburg.
Jahreszeit.	Gefunden im August und November.

Form, Anordnung.	Grosse Kokken, einzeln oder in Häufchen gelagert.
Beweglichkeit.	Nicht vorhanden.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum. Gelatine-Platte.	Die in der Gelatine eingeschlossenen Kolonien sind klein, rund, gelbbraun bis graubraun homogen (unter Mikrosk.). Später macht sich an ihnen eine feine Granulierung sichtbar. Treten sie an die Oberfläche, so sind sie, makroskopisch betrachtet, rund, ziemlich scharf umgrenzt, feucht glänzend, zuerst weisslich, später mehr neapelgelb.
Gelatine-Stichkultur.	Langsam entwickelt sich eine Nagelkultur mit flachem Kopf; derselbe wird von einem crêmefarbenen Belag gebildet, welcher keine Tendenz zu starker Ausbreitung zeigt, dagegen mit der Zeit intensiver orangegelb wird, eine radiäre Strichelung und einen leicht gezackten Saum aufweist.
Agar-Agar (schräg).	Es entwickelt sich ein feuchtglänzender reichlicher neapelgelber Belag aus.
Traubenzucker-Agar.	Es tritt keine Gasbildung ein.
Kartoffel.	Es entwickelt sich mässig rasch ein fleischfarbener Belag.
Bouillon.	Wird flockig getrübt; am Boden scheidet sich ein gelbliches Sediment ab.
Nitratbouillon.	Nitrate werden nicht reduziert.
Lakmusmolke.	Es wird Säure gebildet.
Temperatur.	Wächst gut bei Zimmertemperatur.
Wachstumsstärke.	Wächst ziemlich langsam.
Luftbedürfnis.	Obl. aërob.
Farbstoffbildung	Bildet einen orangegelben Farbstoff.
Gramfärbung.	Die Kokken färben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Identisch mit dem Mikrococc. Subgilvus (Mikroc. Gilvus Henrici). T. Matzuschita, Bakteriologische Diagnostik, S. 424.

XXXII.

Fundort.	Stiftsmühle.
Jahreszeit.	Im Frühjahr und Sommer.
Form, Anordnung.	Grosse Kokken, einzeln, zu zweien oder in Haufen angeordnet.
Beweglichkeit.	Nicht vorhanden.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Die im Substrat eingeschlossenen Kolonien stellen sich als runde, kleine gelblichweisse Körperchen dar, unter dem Mikroskop graubraun granuliert. Treten sie an die Oberfläche, so beginnen sie die Gelatine zu verflüssigen. Sie sind dann crêmefarben und bestehen aus einer kompakten, undurchsichtigen, am Rande wie angenagt aussehenden Bakterienmasse.
Gelatine-Stichkultur.	Die Gelatine wird nicht besonders rasch verflüssigt. Wachstum im Stichkanal und an der Oberfläche. An letzterer Ansammlung einer gelblichen Bakterienmasse. Die verflüssigte Gelatine ist zuerst trüb, klärt sich dann aber auf. Die Verflüssigung geht bis an die Glaswand. Am Boden der Verflüssigungszone sammelt sich eine gelbliche Bakterienmasse an.
Agar-Agar (schräg).	Es entwickelt sich ziemlich rasch ein zuerst gelblichweisser, später mehr neapelgelb gefärbter, ziemlich reichlicher körniger Belag.
Traubenzucker-Agar.	Es wird kein Gas gebildet.
Kartoffel.	Es entwickelt sich ein dicker crêmefarbiger Belag.
Bouillon.	Nach 24 Stunden weisslich diffuse Trübung, nach und nach sammelt sich am Boden ein gelbliches Sediment an.
Nitratbouillon.	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Lakmusmolke.	Es wird Säure gebildet.
Temperatur.	Wächst am besten bei Zimmertemperatur.

Wachstumsstärke.	Wächst ziemlich rasch.
Luftbedürfnis.	Aërob.
Farbstoffbildung	Bildet einen crêmefarbigen Farbstoff.
Gramfärbung.	Die Kokken färben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Scheinbar identisch mit dem von Zimmermann beschriebenen Mikrococ. crêmoides. (Zimmermann: die Bakterien unserer Trink- und Nutzwässer. S. 74).

XXXIII.

Fundort.	Neue Brücke, unter Wieblingen. Unter Edingen, oberhalb Seckenheim, unterhalb von Seckenheim.
Jahreszeit.	Gefunden im März, August, November.
Form, Anordnung.	Ziemlich grosse Kokken, oft in Haufen oder zu zweien gelegen.
Beweglichkeit.	Die Kokken sind unbeweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Nach mehreren Tagen erscheinen die Kolonien als vollkommen weisse Bakterienmassen, welche in einer durch schwache Verflüssigung gebildeten Vertiefung liegen. Die Kolonie ist glatt, glänzend und an ihrer Peripherie mit stachelähnlichen Ausläufern besetzt. Sie wird von einem schmalen Verflüssigungshof umgeben.
Gelatine-Stichkultur.	Wachstum im Stich deutlich ausgesprochen. An der Oberfläche bildet sich ein der Kolonie auf der Gelatine-Platte vollkommen ähnlicher Belag. Die Gelatine wird dabei sehr langsam trichterförmig verflüssigt. Die Konsistenz der verflüssigten Gelatine ist teigig. Am Boden des Verflüssigungstrichters sammelt sich eine weissliche, später gelblich werdende Bakterienmasse an.
Agar-Agar (schärg).	Weisser, porzellanartiger, glänzender Belag.
Traubenzucker-Agar	Es wird kein Gas gebildet.

Kartoffel.	Es entwickelt sich ein trockener, grauweisser Belag längs des Striches; die ganze Kartoffeloberfläche ist mit kleinen weissen Kolonien besetzt, so dass sie wie „bepudert" aussieht.
Bouillon.	Es bildet sich nach 24 Stunden eine starke weisse diffuse Trübung aus. Am Boden des Reagensglases sammelt sich ein weisslicher Niederschlag an.
Nitratbouillon	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Lakmusmolke.	Es tritt rasch Säurebildung ein.
Temperatur.	Wächst gut bei Zimmertemperatur, aber auch bei 35°.
Wachstumsstärke.	Mässig rasch.
Luftbedürfnis.	Fakult. anaërob.
Farbstoffbildung	—
Gramfärbung.	Die Kokken färben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Scheinbar identisch mit dem Mikrococcus aqueus (Kokken No. 25, Lembke) beschrieb. bei Matzuschita, Bakteriologische Diagnostik, S. 186.

XXXIV.

Fundort.	Neue Brücke, unterhalb von Ladenburg, oberhalb von Edingen.
Jahreszeit.	Gefunden im August.
Form, Anordnung.	Ziemlich grosse Kokken, oft zu zweien oder in grösseren Haufen gelegen.
Beweglichkeit.	Die Kokken sind unbeweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Die auf der Oberfläche der Platte sich befindenden Kolonien sind zuerst grauweiss, kompakt mit hellerem, schmalen Verflüssigungsring umgeben. Später werden sie gelblich. Verflüssigung auf der Platte schwach.

Gelatine - Stichkultur.	Gelatine wird langsam verflüssigt, dellenförmig. Die schichtweisse verflüssigte Gelatine ist zuerst gelblich getrübt, später klärt sie sich, indem ein gelbliches Sediment sich am Boden der Verflüssigungszone ansammelt. Die verflüssigte Gelatine ist jetzt rosa gefärbt und an der Oberfläche derselben befindet sich ein gelbes Häutchen.
Agar-Agar (schräg).	Zuerst entwickelt sich ein grauweisser Belag, welcher schnell chromgelb wird. Das Substrat färbt sich erst rosa, später wird es rotbraun.
Traubenzucker-Agar.	Es tritt keine Gasbildung ein.
Kartoffel.	Sehr voluminöser, schmieriger, zuerst fleischfarbener, später schwefelgelber Belag.
Bouillon.	Wird zuerst diffus getrübt. Später klärt sich die Bouillon, indem am Boden sich ein gelbliches Sediment ansammelt. Die jetzt klare Bouillon ist rosa gefärbt.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Lakmusmolke.	Es tritt Säurebildung ein.
Temperatur.	Wächst am besten bei Zimmertemperatur.
Wachstumsstärke:	Wächst ziemlich rasch.
Luftbedürfnis.	Obligat. aërob.
Farbstoffbildung	Bildet einen gelben und roten Farbstoff.
Gramfärbung.	Die Kokken färben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Identisch mit dem von Matzuschita beschriebenen Micrococ. rubefaciens (F. Matzuschita, Bakteriologische Diagnostik).

XXXV.

Fundort.	Unterhalb von Wieblingen, oberhalb von Edingen, unterhalb von Ladenburg.
Jahreszeit.	Gefunden im August.
Form, Anordnung.	Grosse Kokken zu zweien oder in Haufen gelagert.

Beweglichkeit.	Nicht vorhanden.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Die kleinen, wenig charakteristischen Kolonien in der Tiefe des Substrates erreichen schnell die Oberfläche und sehen dann wie ein gelbbraunes, trockenes, mattes, kompaktes, unregelmässig umgrenztes Häutchen aus. Die Gelatine um die Kolonie herum beginnt sich langsam zu verflüssigen. In dem Häutchen sieht man unregelmässige Risse und Fenster entstehen. Nach und nach nimmt die Kolonie folgendes Aussehen an: Im Zentrum befindet sich eine grössere Bakterienmasse, von welcher radiär unregelmässige Strahlen, ähnlich Bakterienmassen, abgehen, diese werden wieder durch konzentrische Ringe von Bakterien zusammengehalten. Die Platte verbreitet einen unangenehmen Geruch.
Gelatine-Stickkultur.	Die Gelatine wird langsam von oben nach unten zu schichtweise teigig verflüssigt. Am Boden des Verflüssigungstrichters befindet sich eine braune Bakterienmasse; verflüssigte Gelatine ist grobkörnig, bräunlichgelb getrübt.
Agar-Agar (schräg).	Es entwickelt sich ein neapelgelber, gekörnter Belag.
Traubenzucker-Agar.	Es tritt keine Gasbildung ein.
Kartoffel.	Langsam wachsender, trockener, krümeliger, sandfarbener Belag.
Bouillon.	Wird diffus getrübt. Am Boden bildet sich mit der Zeit ein Sediment.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden zu Nitriten reduziert.
Nitritpeptonlösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Lakmusmolke.	Es tritt starke Säurebildung ein.
Temperatur.	Wächst gut bei Zimmertemperatur.
Wachstumsstärke.	Mässig rasch.
Luftbedürfnis.	Oblig. aërob.
Farbstoffbildung	Bildet einen braunen Farbstoff.

Gramfärbung.	Die Kokken färben sich nach Gram.
Bemerkungen.	Vielleicht identisch mit dem Micrococcus fuscus (Maschek), (Bakteriol. Diagnostik von F. Mutzuschita), welchem er noch am meisten ähnlich ist.

XXXVI.

Fundort.	Oberhalb von Edingen.
Jahreszeit.	Gefunden im Sommer (August).
Form, Anordnung.	Viereckig abgerundete Kokken, die sich nach drei Richtungen des Raumes teilen. Die Tochterzellen bleiben miteinander im Zusammenhang und bilden kleinere oder grössere, warenballenartige Pakete.
Beweglichkeit.	Nicht beweglich.
Sporenbildung.	Nicht vorhanden.
Wachstum: Gelatine-Platte.	Die an der Oberfläche der Gelatine befindliche Kolonie stellt sich als kleine, langsam verflüssigende Delle dar. Am Boden derselben befindet sich eine grauweisse, „traubenförmig“ aussehende, krümelige, kompakte Masse.
Gelatine-Stichkultur.	Das Wachstum im Stichkanal ist ziemlich spärlich. An der Oberfläche bildet sich langsam ein kompakter, fest dem Substrat aufsitzender, grauweisser Belag, unter welchem die Gelatine allmählich einsinkt. Nach längerer Zeit sieht man am oberen Drittel des Stichkanals eine breite, buchtige Einsenkung. Die Gelatine sieht wie „angenagt“ und „aufgezehrt“ aus. In den Buchten sitzen Häufchen einer kompakten, fest adhaerierenden, grauweissen Masse.
Agar-Agar (schräg).	Sehr schwach sich entwickelnder, grauweisser, am Substrat festhaftender Belag.
Traubenzucker-Agar.	Es tritt keine Gasbildung ein.
Kartoffel.	Kein Wachstum bemerkbar.
Bouillon.	Nach mehreren Tagen tritt eine schwache Trübung der Bouillon auf, welche sich später unter Hinterlassung eines grauweissen Niederschlages wieder klärt.
Nitratpeptonlösung. Nitratbouillon.	Nitrate werden nicht reduziert.

Nitritpepton-lösung.	Nitrite werden nicht reduziert.
Lakmusmolke.	Bleibt unverändert.
Temperatur.	Wächst bei Zimmertemperatur.
Wachstums-stärke.	Wächst langsam.
Luftbedürfnis.	Oblig. aërob.
Farbstoffbildung	Keine.
Gramfärbung.	Färbt sich nach Gram.
Bemerkungen.	Unterscheidet sich von der Sarcina devorans (Kern) durch mangelnde Gasbildung. Von der Sarcina alutacea (Gruber) durch viel langsamere Verflüssigung und Wachstum auf Kartoffel.

Indem ich nun die vorliegende Arbeit abschliesse, ist es für mich eine angenehme Pflicht, Herrn Geh. Hofrat Professor Knauff, in dessen Laboratorium ich dieselbe gemacht, für sein gütiges Entgegenkommen, sowie für den mir immer liebenswürdig gebotenen Rat zu danken.

Literatur.

1. S c h m i d t. Ueber den Einfluss der Bewegung auf das Wachstum und die Virulenz der Mikroben.
   Archiv f. Hygiene Bd. XIII, S. 247.
2. S c h l a t t e r. Der Einfluss des Abwassers der Stadt Zürich auf den Bakteriengehalt der Limmat.
   Zeitschrift f. Hygiene Bd. IX, S. 56.
3. B u c h n e r. Ueber den Einfluss des Lichtes auf Bakterien.
   Centralbl. f. Bakteriol. Bd. XI, S. 781.
   „ Ueber den Einfluss des Lichtes auf Bakterien und über die Selbstreinigung der Flüsse.
   Archiv f. Hygiene Bd. XVII, S. 177.
4. R a p p. Ueber den Einfluss des Lichtes auf organische Substanzen mit besonderer Berücksichtigung d. Selbstreinigung der Flüsse.
   Archiv f. Hygiene Bd. XXXXVIII, S. 179.
5. v. P e t t e n k o f f e r. Ueber Selbstreinigung der Flüsse.
   Deutsche Mediz. Wochenschrift 1891, Nr. 47.
   v. P e t t e n k o f f e r. Zur Selbstreinigung der Flüsse.
   Arch. f. Hygiene Bd. XII, S. 269.
6. L ö w. Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse.
   Archiv f. Hygiene Bd. XII, S. 261.
7. P f e i f f e r u. E i s e n l o h r. Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse.
   Archiv f. Hygiene Bd. XIV, S. 190.
8. B o k o r n y. Einige Versuche über Abnahme des Wassers an organischen Substanzen durch Algenvegetation.
   Archiv f. Hygiene Bd. XIV, S. 202.
9. B o k o r n y. Anteil der grünen Pflanzen an der Selbstreinigung der Flüsse.
   Archiv f. Hygiene Bd. XX, S. 181.
10. P r a u s n i t z. Zit. bei D r ä e r: „Das Pregelwasser in bakteriologischer und chemischer Beziehung . . . . . .“
    Zeitschrift f. Hygiene Bd. XX, S. 322.
11. K a b r e h l. Experimentelle Studien über Sandfiltration.
    Archiv f. Hygiene Bd. XXII, S. 331.
12. K a b r e h l. Bakteriologische und kritische Studien über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse.
    Archiv f. Hygiene Bd. XXX.

13. Spitta. Untersuchungen über Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse.
Archiv f. Hygiene Bd. XXXVIII, S. 160.
14. Rubner. Das städtische Sielwasser und seine Beziehung zur Flussverunreinigung.
Archiv f. Hygiene Bd. 46, S. 1.
15. Spitta. Weitere Untersuchungen über Flussverunreinigung.
Archiv f. Hygiene Bd. 46, S. 65.
16. Warington u. Frankland. Zit. bei Winogradsky: Sur les Organismes de la Nitrification.
Annales de l'institut Pasteur 1890, S. 213.
17. Schloesing und Müntz. Comptes rendus Bd. 84, S. 301; Bd. 85, S. 1018; Bd. 86, S. 892.
17. Schloesing u. Müntz. Recherches sur la Nitrification.
Comptes rendus Bd. 89, S. 891 u. 1074, Bd. 109.
18. Winogradsky. Sur les organismes de la Nitrification.
Annales de l'institut Pasteur 1890, 1891.
19. Haereus. Ueber das Verhalten der Bakterien im Brunnenwasser, sowie über reduzierende und oxydierende Eigenschaften der Bakterien.
Zeitschrift f. Hygiene Bd. I, S. 193.
20. Godlewski. Ueber die Nitrifikation des Ammoniaks und die Kohlenstoffquellen bei der Ernährung der nitrifizierenden Fermente.
Centralbl. f. Bacteriol. II. Abt., Bd. II.
21. Burri u. Stutzer. Zur Frage der Nitrifikation im Erdboden.
Centralbl. f. Bacteriol. II. Abt., Bd. II, S. 105 u. 196.
22. Migula. Beiträge zur Kenntnis der Nitrifikation.
Centralbl. f. Bacteriol. II. Abt., Bd. VI.
23. Stutzer u. Hartleb. Der Salpeterpilz.
Centralbl. f. Bacteriol. Bd. III, Abt. II.
24. Stutzer. Die Organismen der Nitrifikation.
Centralbl. f. Bacteriol. II. Abt., Bd. VII, S. 168.
25. Emich. Zur Selbstreinigung natürlicher Wässer.
Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Wien. 1885. II. Abt., S. 91.
26. Schultz-Schultzenstein. Ueber die nitrifizierenden Mikroorganismen der Filterkörper biologischer Abwässerreinigungsanlagen.
Hygienische Rundschau 1904, S. 460.
27. Winogradsky. Zur Mikrobiologie des Nitrifikationsprozesses.
Centralbl. f. Bacteriol. II. Abt., Bd. II, S. 415.
28. Omeliansky. Ueber die Isolierung der Nitrifikationsmikroben aus dem Erdboden.
Centralbl. f. Bacteriol. II. Abt., Bd. V.

29. R u l l m a n n. Ueber ein Nitrosobakterium mit neuen Wuchsformen.
Centralbl. f. Bacteriol. II. Abt., Bd. III.

30. R u l l m a n n. Der Einfluss der Laboratoriumsluft bei der Züchtung von Nitrobakterien.
Centralbl. f. Bacteriol. II. Abt., Bd. V.

31. M a a s s e n. Die Zersetzung der Nitrate und Nitrite durch Bakterien.
Arbeit. aus dem kaiserl. Gesundheitsamte Bd. IX, S. 21.

32. B u r r i u. S t u t z e r. Ueber nitratzerstörende Bakterien und den durch dieselben bedingten Stickstoffverlust.
Centralbl. f. Bacteriol. II. Abt., Bd. I, S. 257.

33. W i n o g r a d s k y u. O m e l i a n s k y. Ueber den Einfluss der organischen Substanzen auf die Arbeit der nitrifizierenden Mikroben.
Centralbl. f. Bacteriol. II. Abt., Bd. V, S. 329.

34. v. I t e r s o n. Anhäufungsversuche mit denitrifizierenden Bakterien.
Centralbl. f. Bacteriol. II. Abt., Bd. XII, S. 106.

35. B o t k i n. Eine einfache Methode zur Isolierung anaërober Bakterien.
Zeitschrift f. Hygiene Bd. IX, S. 383.

36. S c h a t t e n f r o h u. G r o s s b e r g e r. Ueber Buttersäuregärung.
Archiv f. Hygiene Bd. XXXVII, S. 54.

37. L i b o r i u s. Beiträge zur Kenntnis des Sauerstoffbedürfnisses der Bakterien.
Zeitschrift f. Hygiene Bd. I, S. 115.

38. S a n f e l i c e. Untersuchungen über anaërobe Mikroorganismen.
Zeitschrift f. Hygiene Bd. XIV, S. 339.

39. F l ü g g e. Mikroorganismen Bd. I u. II.

40. M a t z u s c h i t a. Bakteriologische Diagnostik.

41. M i g u l a. System der Bakterien Bd. II.

42. Z i m m e r m a n n. Die Bakterien unserer Trink- und Nutzwässer.



Lebenslauf.

Ich, Eugen August Florian Gredig, Schweizer Bürger, evangelisch-reformierter Konfession, bin am 14. April 1876 zu Warschau als Sohn des Kaufmanns Jeremias Gredig geboren, besuchte zuerst in Warschau das V. Gymnasium, dann das Richelieu-Gymnasium in Odessa, welches ich mit dem Reifezeugnis im Juni 1895 verliess und in die neurussische Universität Odessa im Herbst desselben Jahres als Student der Naturwissenschaften aufgenommen wurde. Für die Preisarbeit: „Spaltpilze der Umgegend von Odessa" erhielt ich daselbst die goldene Medaille. Nach Absolvierung des 4jährigen naturwissenschaftlichen Kurses ging ich im Winter-Semester 1899/1900 nach Heidelberg und wurde hier als Student der Medizin in der Ruprecht-Karls-Universität aufgenommen. Das Sommer-Semester 1903 brachte ich in Strassburg zu, wo ich als Student der Kaiser-Wilhelms-Universität ebenfalls Medizin studierte. Vom Winter-Semester 1903 bis zum heutigen Tage besuchte ich wieder als Student der Medizin die Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.



